

PCT

世界知的所有権機関

国際事務局

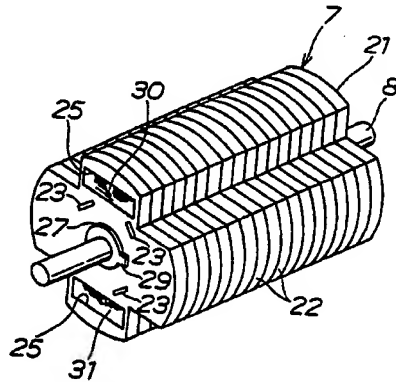


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 H02K 1/27	A1	(11) 国際公開番号 WO 92/07409 (43) 国際公開日 1992年4月30日 (30.04.1992)
(21) 国際出願番号 (22) 国際出願日 PCT/JP91/01055 1991年8月6日 (06. 08. 91) (30) 優先権データ 特願平2/281537 1990年10月19日 (19. 10. 90) JP 特願平2/315398 1990年11月20日 (20. 11. 90) JP 実願平2/121724U 1990年11月20日 (20. 11. 90) JP 実願平2/122332U 1990年11月21日 (21. 11. 90) JP 特願平3/26420 1991年2月20日 (20. 02. 91) JP 特願平3/57037 1991年3月20日 (20. 03. 91) JP 特願平3/88646 1991年4月19日 (19. 04. 91) JP 特願平3/92361 1991年4月23日 (23. 04. 91) JP 特願平3/100150 1991年5月1日 (01. 05. 91) JP (71) 出願人 セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION) [JP/JP] 〒160 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 長手 隆 (NAGATE, Takashi) 遠藤健一 (ENDO, Kenichi) 小池良和 (KOIKE, Yoshikazu) 瀬戸 毅 (SETO, Takeshi) 山岸善彦 (YAMAGISHI, Yoshihiko) 〒392 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)	(74) 代理人 弁理士 森 正澄 (MORI, Masazumi) 〒164 東京都中野区本町2丁目9番10号 Tokyo, (JP) (81) 指定国 CA, JP, KR. 添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title : ROTOR OF BRUSHLESS MOTOR AND ITS MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称 ブラシレスモータの回転子及びその製造方法



(57) Abstract

In a rotor (7) of a brushless motor having permanent magnets, a yoke (21) is formed with plural laminated silicon steel plates (22), and, at least four, an even number of magnetic poles are provided on the outer surface of the yoke (21). For these magnetic poles, slots (25), (25) for installing field permanent magnets (30), (31) therein, are provided at equal distances from the center of the rotor every other magnetic pole. In the slots (25), (25), the field permanent magnets (30), (31) are so installed that the like magnetic poles face a rotary shaft (8). Thereby, the rotor (7) of the brushless motor can be reduced in size and has high efficiency, and the field permanent magnets (30), (31) do not break nor fly, even when the motor rotates at a high speed.

(57) 要約

永久磁石を有するブラシレスモータの回転子(7)において、積層された複数のけい素鋼板(22)によってヨーク(21)が形成され、このヨーク(21)は外周上に少なくとも4つの偶数の磁極が設けられ、これらの磁極には、界磁用永久磁石(30)(31)を配置するためのスロット(25)(25)が一磁極おきに中心からほぼ等距離に設けられ、このスロット(25)(25)には、回転軸(8)に面する側の面が同一の極性の磁極を有するようにした界磁用永久磁石(30)(31)が配置されるようにして、ブラシレスモータの回転子(7)を小型で高効率に構成でき、高速回転時においても界磁用永久磁石(30)(31)の破壊や飛散を阻止することができるようにしたものである。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AT	オーストリア	ES	スペイン	ML	マリ
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	MN	モンゴル
BB	バルバドス	FR	フランス	MR	モーリタニア
BE	ベルギー	GA	ガボン	MW	マラウイ
BF	ブルキナ・ファソ	GI	ギニア	NL	オランダ
BG	ブルガリア	GB	イギリス	NO	ノルウェー
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	PL	ポーランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	RO	ルーマニア
CA	カナダ	IT	イタリア	SD	スーダン
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	SE	スウェーデン
CG	コンゴ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SN	セネガル
CH	スイス	KR	大韓民国	SU	ソビエト連邦
CI	コート・ジボアール	LI	リヒテンシュタイン	TD	チャード
CM	カメルーン	LK	スリランカ	TG	トゴ
CS	チェコスロバキア	LU	ルクセンブルグ	US	米国
DE	ドイツ	MC	モナコ		
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		

+ SUの指定はロシア連邦の指定としての効力を有する。しかし、その指定が旧ソビエト連邦のロシア連邦以外の他の国で効力を有するかは不明である。

明細書

ブラシレスモータの回転子及びその製造方法

技術分野

本発明は、高効率で高速回転に好適なブラシレスモータに関するもので、より詳細には、その回転子に関する。

5

背景技術

一般に、ブラシレスモータは、円筒状の回転子の外周面にフェライト等からなる永久磁石が配設されている。

例えば、従来のブラシレスモータ 1 は、図 2 8 に示すように、
10 モータケース（ステータ） 2 を有し、そして、このモータケース 2 は、円筒状の側壁 3 と、この側壁の両端を閉塞する前面板 4 と、後面板 5 とを有している。側壁 3 の内側には、複数の励磁コイル 6 が円筒形をなすように配列されて、壁面に固定されている。回転子（ロータ） 7 の中心には、回転軸 8 が同心的に固定されて
15 いる。回転軸 8 は、回転子 7 の両端より突出し、その一端が、モータケース 2 の後面板 5 の穴 9 に装着された軸受 1 0 によって、回転自在に支承されている。回転軸 8 の他端は、モータケース 2 の前面板 4 の穴 1 1 に装着された軸受 1 2 によって、回転自在に支承されている。モータケース 2 の側壁 3 の内側には、円環状の
20 磁極センサ支持部材 1 3 が設けられており、回転子 7 の表面の近傍に位置するように、複数の磁極センサ 1 4 が、該支持部材 1 3 に保持されている。

図 2 9 は、従来の回転子 7 を示している。この回転子 7 は、回転軸 8 が円筒状のヨーク 7 0 に挿入され、回転軸 8 とヨーク 7 0 が一体に構成されている。このヨーク 7 0 の外周面には、外側が N 極、内側が S 極に着磁された円弧状の一对の永久磁石 7 1 と、
25 外側が S 極、内側が N 極に着磁された円弧状の一对の永久磁石 7 2 が、交互に貼着されている。

このブラシレスモータ 1 においては、前記磁極センサ 1 4 によって、回転子 7 の磁極位置を検知し、図示しない制御回路によって、対応する励磁コイル 6 に電流を流し、電流と磁束の相互作用によって、回転子 7 を回転させる。回転された回転子 7 の磁極位置は、再び磁極センサ 1 4 によって検知され、前記制御回路によって異なる励磁コイル 6 に電流が供給され、再び回転子 7 が回転駆動される。上記の動作を繰り返すことにより、回転子 7 は連続的に回転し、その回転力が動力として回転軸 8 を介して、モータの外部に取り出される。

10 また、ブラシレスモータ 1 は、回転子 7 に貼着された永久磁石 7 1, 7 2 の遠心力が大きくなるため、図 3 0 に示すように、断面円弧状の永久磁石 7 1、7 2 を覆う非磁性金属からなる保護部材 7 3 が設けられており、この保護部材 7 3 の存在により、高速回転に伴う遠心力によって永久磁石 7 1、7 2 が飛散するのを防
15 止している。

しかしながら、フェライト磁石を使用したブラシレスモータにおいては、最大エネルギー積が 3. 3 MGOe で、残留磁束密度が 3. 8 KG と小さいため、モータの駆動に十分なトルクを発生するには磁気回路のパーミアンスを上げることが必要となり、
20 そのため多量の磁石が必要となって、モータが大型化する不具合がある。

また、高速回転するスクロール型圧縮機等に用いる場合は、高速回転に伴う遠心力による応力が、永久磁石の材料強度や磁石の回転子への固着力よりも大きくなると、永久磁石が破壊したり、
25 永久磁石が飛散するおそれがある。

更に、永久磁石の飛散を防止するため、回転子を保護部材で覆う場合は、回転子の製造工程が複雑になるだけでなく、回転子とステータとの空隙が、実質的に保護部材の厚み分だけ増加したことになり、その結果、磁気抵抗が増加して磁石密度が減少し、効

率が低下してしまう不具合がある。

本発明は、上述した従来のブラシレスモータにおける問題に鑑み、これを有効に解決すべくなされたものである。

したがって、本発明の目的は、小型で高効率に構成でき、更に
5 高速回転時においても永久磁石の破壊や飛散することのないブラシレスモータの回転子を提供することを目的としている。

発明の開示

本発明は、永久磁石を有するブラシレスモータの回転子を改良
10 するものであって、積層された複数のけい素鋼板によってヨークが形成され、このヨークは外周上に少なくとも4つの偶数の磁極を有し、これらの磁極には、界磁用永久磁石を配置するためのスロットが一磁極おきに中心からほぼ等距離に設けられ、このス
15 ヲットには、回転軸に面する側の面が同一の磁極を有するようにした界磁用永久磁石が配置されているブラシレスモータの回転子である。

このように構成すると、磁極同士の反発によって永久磁石の数の2倍の磁極数を有する回転子を得ることができる。

また、永久磁石がスロット内に挿入されて半径方向に高透磁率
20 材料に挟まれた構造であるので、高速回転によって飛散することが無く、したがって、回転子の外周を覆う飛散防止用の部材を必要とせず、この飛散防止用の部材による鉄損をなくすことができるとともに、ヨークが積層された鋼板で構成されているので、鉄損を最小限にすることができる。

25 更に、本発明の永久磁石は簡単な形状に形成されており、高い精度の表面仕上げを要求されないので加工が簡単であり、永久磁石の製作が極めて容易である。

図面の簡単な説明

【図 1】

本発明の永久磁石回転子を用いたブラシレスモータの縦断面図。

【図 2】

5 永久磁石回転子の斜視図。

【図 3】

けい素鋼板の正面図。

【図 4】

10 ブラシレスモータの内部における永久磁石回転子の磁力線を示す概略図。

【図 5】

本発明の第 2 実施例を示し、磁極の幅を変化させた永久磁石回転子の正面図。

【図 6】

15 磁極にスリットを設けた第 3 実施例の永久磁石回転子の正面図。

【図 7】

磁極にスリットを設けた第 3 実施例の永久磁石回転子のブラシレスモータの内部における磁力線を示す概略図。

20 【図 8】

本発明の第 4 実施例を示し、6 磁極を有する永久磁石回転子の正面図。

【図 9】

25 本発明の第 5 実施例を示し、永久磁石回転子のブリッジ部を拡大して示した断面図。

【図 10】

本発明の第 6 実施例を示し、けい素鋼板の平面図。

【図 11】

磁場解析による、負荷トルクが作用した時の磁束の流れを示す

図。

【図 1 2】

本発明の第 7 実施例を示し、永久磁石回転子の分解斜視図。

【図 1 3】

5 図 1 2 に示す回転子の組み立て後の断面図。

【図 1 4】

磁気回路に組んだ場合の磁束の流れを表す図。

【図 1 5】

10 本発明の第 1 実施例に記載した永久磁石回転子を用いたブラシレスモータの軸方向断面図。

【図 1 6】

本発明の第 8 実施例の永久磁石回転子を示した斜視図。

【図 1 7】

15 同実施例の永久磁石回転子を用いたブラシレスモータの軸方向断面図。

【図 1 8】

本発明の第 9 実施例の永久磁石回転子を分解して示した斜視図。

【図 1 9】

20 同実施例の永久磁石回転子の回転軸と直交する断面図。

【図 2 0】

同実施例のヨークの一部を拡大して示したヨークの回転軸と直交する断面図。

【図 2 1】

25 同実施例の他の例におけるヨークの一部を拡大して示したヨークの回転軸と直交する断面図。

【図 2 2】

本発明の第 1 0 実施例の永久磁石回転子を拡大して示した軸方向断面図。

【図 2 3】

本発明の第 1 1 実施例の永久磁石回転子の斜視図。

【図 2 4】

同実施例の他の例における永久磁石回転子の斜視図。

5 【図 2 5】

同実施例の回転軸を切断して示す回転子の正面図。

【図 2 6】

本実施例による永久磁石回転子の製造方法の一工程を示した側面断面図。

10 【図 2 7】

スキューを施した永久磁石回転子の斜視図。

【図 2 8】

ブラシレスモータの従来例を示す縦断面図。

【図 2 9】

15 永久磁石回転子の従来例を示す斜視図。

【図 3 0】

保護部材を備えた永久磁石回転子の従来例を示す斜視図。

発明を実施するための最良の形態

20 まず、第 1 の実施例について図 1 ないし図 4 を参照して説明する。

図 1 は、本発明による永久磁石回転子を有するブラシレスモータを示しており、全体を符号 2 0 で示すブラシレスモータは、周囲を包囲するモータケース（ステータ）2 を有し、そして、この
25 モータケース 2 は、円筒状の側壁 3 と、前面板 4 と、後面板 5 とから構成されている。側壁 3 の内側には、複数の励磁コイル 6 が、円筒形をなすように配列されて、壁面に固定されている。回転子 7 の中心には、回転軸 8 が同心的に固定されている。回転軸 8 は、回転子 7 の両端より突出し、その一端が、モータケース 2 の

後面板 5 に装着された軸受 10 を介して、回転自在に支承されている。回転軸 8 の他端は、モータケース 2 の前面板 4 に装着された軸受 12 を介して、回転自在に支承されている。モータケース 2 の側壁 3 の内側には、円環状の磁極センサ支持部材 13 が設けられており、複数の磁極センサ 14 が、回転子 7 の表面の近傍に位置するように、該支持部材 13 に保持されている。

このブラシレスモータ 20 においては、前記磁極センサ 14 によって、回転子 7 の磁極位置を検知し、図示しない制御回路によって、対応する励磁コイル 6 に電流を流し、電流と磁束の相互作用によって、回転子 7 を回転させる。回転された回転子 7 の磁極位置は、再び磁極センサ 14 によって検知され、前記制御回路によって異なる励磁コイル 6 に電流が供給され、再び回転子 7 が回転駆動される。上記の動作を繰り返すことにより、回転子 7 は連続的に回転し、その回転力が動力として、回転軸 8 を介してモータの外部に取り出される。

図 2 は本実施例の回転子 7 を示し、図 3 は回転子 7 を構成するけい素鋼板 22 を示している。回転子 7 のヨーク 21 は、複数のけい素鋼板 22 が回転軸 8 の軸方向に積層され、型押しされて長方形に陥没させられたカシメ部 23 を、互いに圧入することにより、一体に接合されている。

けい素鋼板 22 は、高透磁率材料により形成され、その表面には無機質の絶縁被膜が施されて、厚さが 0.35mm あるいは 0.5mm のいずれかであり、図 3 に示すように、互いに 90° の角度をなして放射状に突出した 4 つの先端円弧状の磁極 24a, 24b を有し、これらの磁極のうち、互いに対向する 2 つの磁極 24a に、永久磁石 30 と 31 を挿入する一対のスロット 25 が、回転中心に対して対称に設けられている。磁極 24a に前記スロット 25 が設けられたことにより、磁極 24a の先端部と基部は、スロット両端のブリッジ 26 によって連結されている。更に、け

い素鋼板 22 の中心には、回転軸 8 を挿入するための回転軸開口 27 が設けられており、この回転軸開口 27 の周縁部には、キー溝 28 が設けられている。

5 回転軸 8 は中央部が膨出し、前記回転軸開口 27 に対して隙間なく嵌合する形状を有している。けい素鋼板 22 が一体に積層されてヨーク 21 を構成した後に、前記回転軸 8 は回転軸開口 27 に挿入される。回転軸 8 の膨出した中央部にはキー 29 が設けられ、これが前記キー溝 28 と係合し、回転子 7 が回転軸 8 に対して別個に回転しないように形成されている。

10 本実施例では、ヨーク 21 がけい素鋼板 22 の積層されたものから構成されているが、けい素鋼板 22 の代わりに冷間圧延鋼材（SPCC 材）を積層して、ヨーク 21 を形成してもよい。

前記ヨーク 21 には、一对の永久磁石 30, 31 が、N 極を相互に対向させつつスロット 25 に挿入されている。したがって、
15 各永久磁石 30, 31 は、高透磁率材料であるけい素鋼板 22 により、半径方向に挟まれた構造となっている。そして、この永久磁石 30, 31 の N 極が、相互に対向して互いに反発することにより、磁極 24a は S 極、24b は N 極の極性を帯び、回転子 7 は全体として 4 極の回転子構造となる。

20 図 4 は、回転子 7 がブラシレスモータ 20 の内部にある時の該回転子 7 の磁力線の流れを示している。永久磁石 30 の N 極より出た磁力線は、前記ブリッジ 26 を通り S 極に達するが、ブリッジ 26 は幅が十分小さく設定されているので、容易に飽和磁束密度に達する。隣り合う S 極 24a と N 極 24b の間には、切欠部
25 24' が設けられ、互いに同一極が対向する永久磁石 30, 31 の磁極の反発によって、磁力線は、図 4 に示すように、磁極 24b の磁極面より出て励磁コイル 6 の内部を通り、磁極 24a の磁極面を通して S 極に達する。前記カシメ部 23 は長方形をなしており、この磁力線を干渉しないように、長辺が回転子 7 の磁性の

向きに対して 45° の角度傾いている。

このように本実施例においては、けい素鋼板に放射状に突出する複数の磁極を設け、その磁極の一つおきにスロットを設け、このスロットに回転中心に対して同一極を対向させた永久磁石を挿入することにより、磁極同士の反発によって永久磁石の数の2倍の磁極数を有する回転子を得ることができる。

また、永久磁石がスロット内に挿入されて半径方向に高透磁率材料に挟まれた構造であるので、高速回転によって飛散することが無く、したがって、回転子の外周を覆う飛散防止用の部材を必要とせず、この飛散防止用の部材による鉄損をなくすことができるとともに、ヨークが積層された鋼板で構成されているので、鉄損を最小限にすることができる。

更に、本実施例の永久磁石は簡単な形状に形成されており、高い精度の表面仕上げを要求されないので加工が簡単であり、永久磁石の製作が極めて容易である。

次に第2の実施例について図5を参照して説明する。

図5において、永久磁石30のN極より出た磁力線の一部は、いわゆる磁束漏れによって、磁極24bの磁極面を通ることなくS極に戻ってしまうので、磁極24aの磁極面の幅W1と磁極24bの磁極面の幅W2とが等しい場合には、磁極24aの磁極面の総磁束量は磁極24bのそれより多くなる。そこで、本実施例では磁極24bの磁極面の幅W2を大きくすることにより、磁極24a、24bの磁極面の総磁束量を同一にした。これにより、発生するトルクを均一化することができる。

更に第3の実施例について、図6および図7を参照して説明する。

本実施例では、図6に示すように、磁極24a、24bにそれぞれの磁性の方向と同一の方向にスリット33が設けられている。一般にN極を出た磁力線は最短距離を通り、S極に達する性質

を有しているので、先の実施例の図4に比べ、磁極24aの磁極面の端部の磁束密度が中央部のそれより高くなる。これに対し、磁極にスリット33を設けることにより、強制的に磁力線を案内して、スリット33に沿って磁極面から出入りさせるようにすることが5 できる。

図7は、この実施例の磁力線の流れを示しており、永久磁石30のN極から出た磁力線は、磁極24bのスリット33に案内され、励磁コイル6を通り、磁極24aのスリット33に案内されつつ、永久磁石30のS極に戻る。磁力線は、スリット33によ10 って、同一磁極面で磁束分布が均一になり、発生するトルクは均一化され、永久磁石回転子の熱分布を改善するとともに、冷却面積を増大する利点を得ることができる。

次に第4実施例について図8を参照しつつ説明する。

図8は、6磁極を有する回転子7の断面を示している。この実15 施例において、各磁極24a、24b、24cは、互いに60°の角度をなして放射状に突出し、これらの磁極の一つおきにN極を内側に配置した永久磁石34a、34b、34cが嵌挿されている。ヨーク21の中心には、回転軸を挿入する回転軸開口27が設けられており、この回転軸開口27には、回転軸が回転子に20 対して回転するのを防止するキー溝28が設けられている。

この実施例の各永久磁石34a、34b、34cは、N極が内側に面するように配置されているので、N極を出た磁束は、図中25 に示すように、他の永久磁石のN極によって反発され、隣接する磁極面を通してS極に達する。これにより、永久磁石を有する磁極はS極、永久磁石を有しない磁極はN極の磁力を有するようになる。

本実施例においては、永久磁石はプラセオジウム(P_r)の合金による鑄造磁石を用いているが、鑄造型(アルニコ磁石、プラセオジウム磁石)、焼結型磁石(フェライト磁石、希土類磁

石)、樹脂結合型磁石(フェライト磁石、希土類磁石)のいずれかを用いることができる。

また、永久磁石は、回転子の軸方向と一致する辺の長さが、回転子の回転方向に接する辺の長さの2倍ないし5倍の範囲の断面
5 矩形の延板状に形成されている。断面が矩形の延板状であるため、従来の瓦状の磁石と比較して加工が容易であり、更に、ヨークの外周に貼着することがないので、精密な表面仕上げを省略することができる。また、永久磁石は、スロット25に挿入されて、半径方向において高透磁率材料により挟まれているので、回転力
10 によって磁石が飛散することがなく、高速回転のモータに用いることが可能である。

一方、本発明のヨーク21のけい素鋼板22は、プレス加工によって形成されるので、高い生産性を得ることができ、更に、精密な外径寸法の回転子を得ることができるので、効率的なモータ
15 を得ることができる。

次に、第5の実施例について説明する。

本実施例では、ブリッジ26に、磁束の通過を制限する溝を設けたものである。

すなわち、磁極24aの一部を拡大して示した図9において、
20 界磁用永久磁石30のN極を出た磁束の一部は、図中に示すように、ブリッジ26を通過して永久磁石30のS極側磁極に達する。このブリッジ26を通過する磁束は、ヨーク21の外部の空間を通ることがないので、モータの固定子と交叉することがなく、従って回転子を回転駆動する力を生じることがない。このブリッ
25 ジ26を通過する磁束を少なくすることにより、永久磁石30の磁力をより有効に利用することができる。

上記ブリッジ26を通過する磁束 Φ は下記の式によって計算される。ブリッジ26の断面積をSとし、けい素鋼板22の磁束密度をBとすると、

$$\Phi = B \times S$$

の関係が成り立つ。この式から、ブリッジ 2 6 を通過する磁束を少なくするには、ブリッジ 2 6 の断面積 S を小さくすればよいことが明らかである。

- 5 本実施例においては、ブリッジ 2 6 に磁束制限用の溝 2 6 a が刻設されている。この溝 2 6 a を刻設されたブリッジ 2 6 の一部分は断面積が小さくなる。この小さい断面積によってブリッジ 2 6 を通過する磁束を制限することができる。

- 10 上記のような磁束制限用の溝 2 6 a をブリッジ 2 6, 2 6 にそれぞれ設けることにより、ブリッジ 2 6, 2 6 を通過する磁束を制限し、界磁用永久磁石の磁力を効率よく利用することができ、より効率のよい永久磁石回転子 7 を得ることができる。

- 15 上記磁束制限用に溝 2 6 a を刻設するには、最初に各けい素鋼板 2 2 を型抜加工によって形成し、次にけい素鋼板 2 2 を積層してヨーク 2 1 を形成し、形成されたヨーク 2 1 のブリッジ 2 6, 2 6 にグラインダ等によって溝 2 6 a, 2 6 a を形成する。この溝 2 6 a, 2 6 a を形成する加工は、けい素鋼板 2 2 の型抜加工と比較して、高精度の寸法制御が容易であり、ブリッジ 2 6, 2 6 に極めて断面積の小さい部分を形成することができる。このことにより、本発明の永久磁石回転子はブリッジ部に溝を設けていない永久磁石回転子と比較して、製造が容易であり、かつ、断面積が極めて小さいブリッジ部を有することができる。

次に、第 6 の実施例について説明する。

- 25 本実施例では、前記ブリッジ 2 6 が、スロット 2 5 の片側だけに設けられており、しかも、該ブリッジ 2 6 は回転方向側に存在するようにしたものである。

すなわち、図 1 0 に示すように、スロット 2 5 は半閉型、すなわち磁極片部 2 6 b と磁極の基部とを連結するブリッジ 2 6 が片持ちであり、形状は回転中心に関して点対称で回転方向側にブリ

ツジ 26 を有し、逆側にはブリッジは無い。

永久磁石 30, 31 は、けい素鋼板を積層後のヨーク 21 のス
ロット 25 に軸方向に挿入される。図 10 に示すように、けい素
鋼板にブリッジのない側には係止部 26c が有り、永久磁石 30
5, 31 を挿入した後ストッパーの役目をするため、回転時でも磁
石が飛び出すことはない。

図 11 に磁場解析による、負荷トルクが作用した時の磁束の流れを示す。ブリッジ 26 の幅は漏れ磁束が流れる広さであり、かつ永久磁石 30 は両端で漏れ磁束が生ずる厚さである。

10 よって、図 11 のようにブリッジ 26 で漏れ磁束が流れ、ブリ
ッジとその付近の磁極片部で磁束が飽和している。そのため負荷
電流を流した場合でも、永久磁石 30, 31 から出た磁束は磁極
片部 26b で曲げられにくくなる。したがって、回転子の外周上
の磁極の中心は負荷により移動しにくくなり、センサレス技術を
15 導入し易くなる。また、ブリッジのない側では漏れ磁束が生じな
いため磁極片部の中心より左側は磁束量が多く、ブリッジで磁束
が漏れても総磁束については大きく減少することはない。

次に、第 7 の実施例について説明する。

本実施例では、ブリッジ 26 に面する側の永久磁石 30, 31
20 の端部 30a, 31a と、該永久磁石の軸方向の端部 30b, 3
1b とを、非磁性体で覆ったものである。

すなわち、図 12 に示すように、スペーサ 32 は、アルミ、ま
たは非磁性のステンレス等からなり、永久磁石 30, 31 の両端
と軸方向の両端を覆うような枠の形をしている。枠の大きさは中
25 に永久磁石が入る寸法であり、その高さは磁石を入れたとき磁石
が飛び出ていないように、磁石の厚さより若干小さい。

組み立ては、スペーサ 32 に永久磁石 30, 31 を磁化方向に
挿入して一体とした後、それをヨーク 21 のスロット 25 に挿入
する。図 13 に、組み立て後の断面図を示す。

また、磁気回路に組み込んだ場合の磁束の流れを図 1 4 に示す。図に示すように、永久磁石 3 0 の両端に非磁性のスペーサ 3 2 があるため、そこには磁束が流れにくく、そのため磁石から出た磁束は、ほとんどリークしないので、漏れ磁束を減少させることができ、ギャップ有効磁束を落とさずにすむ。

さらに、永久磁石はスペーサより飛び出していないので、磁石とスペーサを挿入する際、磁石がヨークのスロットと触れ合うことはなくなり、その結果、磁石表面に傷が入らず錆が生ずる心配もなくなる。

10 次に、第 8 の実施例について説明する。

本実施例では、図 1 6 に示すように、前記ヨーク 2 1 は前記回転軸 8 の外径より大径の回転軸用貫通孔 1 5 を有し、この回転軸用貫通孔 1 5 の内部には前記回転軸 8 がほぼ同心的に配設され、回転軸 8 の外周面とヨーク 2 1 の回転軸用貫通孔 1 5 との間には
15 磁束漏れ防止部材 1 6 が形成され、この磁束漏れ防止部材 1 6 を介してヨーク 2 1 と回転軸 8 とは一体に固着されるものである。

すなわち、第 1 請求項に示すブラシレスモータは、図 1 5 に示すように、回転子 7 の磁束は界磁用永久磁石 3 0, 3 1 の磁極同士の反発により、永久磁石回転子 7 の外部の空間を通り、図中に示すように、固定子鉄心 1 7 と交叉する。この固定子鉄心 1 7 の
20 磁極は、励磁コイル 6 に流される電流によって回転する磁界を発生する。永久磁石回転子 7 は前記固定子鉄心 1 7 の磁極の回転磁界によって回転駆動される。

また、上記永久磁石回転子 7 は、ヨーク 2 1 の中心部に回転軸
25 8 とほぼ等しい内径の回転軸用貫通孔を有し、永久磁石回転子 7 の組立て時には、ヨーク 2 1 を加熱して上記回転軸用貫通孔を熱膨張させた後に、回転軸 8 を圧入する。圧入後、ヨーク 2 1 が冷却すれば、ヨーク 2 1 の回転軸用貫通孔は回転軸 8 の外周面に密着し、ヨーク 2 1 は回転軸 8 と一体に固着される。

ヨーク 21 の両端面にバランスウェイトを有する永久磁石回転子を組み立てる場合、バランスウェイトを個別の工程で製造した後に、上記と同様にしてバランスウェイトとヨークの回転軸用貫通孔に回転軸を圧入する。

- 5 上記の出願人が開発したブラシレスモータの永久磁石回転子は、磁束の一部が、回転軸の内部を通して永久磁石回転子の軸方向端面の外側に漏れる心配がある。もし磁束の一部が漏れると、磁束が固定子鉄心と交叉しないので、永久磁石の磁力が有効にモータの回転に寄与せず、ブラシレスモータの効率が低くなるおそれ
10 がある。

そこで、第 8 実施例の目的は、上記出願人が開発したブラシレスモータの永久磁石回転子において、磁束が回転子の軸方向の端面の外側に漏れるのをほぼ防止し、製造が容易な永久磁石回転子を提供するものである。

- 15 すなわち、図 16 に示すように、永久磁石回転子 7 は、中心部に回転軸用の貫通孔 15 と、ヨーク 21 と回転軸 8 との間にアルミ・ダイカスト材からなる磁束漏れ防止部材 16 を有し、さらにヨーク 21 の両端面にアルミ・ダイカスト材からなるバランスウェイト 18 を有している。アルミ・ダイカスト材は磁束を遮断する性質を有しているので、磁束は磁束漏れ防止部材 16 とバ
20 ランスウェイト 18 とを通過することがない。このため、界磁用永久磁石の両端部において、回転軸 8 の内部を通してヨーク 21 の両端面外側に張出す磁束は、磁束漏れ防止部材 16 とバランスウェイト 18 とによって遮断され、ヨーク 21 の両端面外側に張出す
25 ことがない。

この永久磁石回転子 7 をブラシレスモータに用いた場合、磁束は図 17 に示すように回転軸 8 と垂直な面内を通り、すべての磁束が有効に固定子鉄心 17 と交叉する。ブラシレスモータは、励磁用コイル 6 に電流を流し、固定子鉄心 17 の磁極に回転磁界を

発生させ、この固定子鉄心の回転磁界と永久磁石回転子の磁束との相互作用によって永久磁石回転子を回転駆動するので、固定子鉄心と交叉する磁束が多ければ、回転トルクを大きくすることができる。したがって本実施例の永久磁石回転子7によれば、界磁
5 用永久磁石30、31の磁束はヨーク21の両端面外側に張出すことがなく、すべて固定子鉄心17と交叉するので、その磁束を有効に回転力に寄与させることができる。

また、本実施例の永久磁石回転子7は、回転軸用貫通孔15に回転軸8を緩挿し、磁束漏れ防止部材16とバランスウェイト1
10 8とをアルミ・ダイカスト材によって一体に成型しているので、バランスウェイトを個別の工程で製造し、これをヨークとともに永久磁石回転子に組み立てる工程を省略することができる。このことにより、永久磁石回転子7の製造を容易なものとすることができる。

15 上記実施例では、バランスウェイトを有する永久磁石回転子を用いて説明したが、磁束漏れ防止部材のみの永久磁石回転子でも、磁束漏れ防止部材が回転軸を通過する磁束を遮断し、モータの効率を向上させることができる。

また、磁束漏れ防止部材はアルミ・ダイカスト材に限られること
20 なく、透磁率が低い材料、たとえば樹脂によっても同様の効果を得ることができる。

次に、第9の実施例について説明する。

本実施例では、前記スロット25を形成するヨーク21の内周面に、スロット内部に圧入される界磁用永久磁石30、31と係
25 合する突出部を設けたものである。

すなわち、図18および図19に示すように、スロット25、25を形成するけい素鋼板22の内側周縁部には、スロット25の内部に三角形の2辺を突出させた複数のエッジ36が設けられている。

界磁用永久磁石 30, 31 は、図中に示すように、表面の一部が圧入の時にエッジ 36 の先端部と係合し、スロット 25 内部に保持されている。このエッジ 36 により永久磁石 30, 31 はスロット 25 の内周面とは面で接触しない。このため、永久磁石 30, 31 をスロット 25 内部に圧入するときは、永久磁石 30, 31 とスロット 25 との接触による摩擦が少なく、小さな力で圧入を行なうことができる。

又、圧入後は図中に示すように、永久磁石の外周面とエッジの先端部とが係合し、永久磁石が脱落することがない。本実施例の永久磁石回転子 7 は、接着剤によって永久磁石 30, 31 をスロット 25 の内部に保持するようにしていないので、冷媒又は加圧流体の内部で使用するような場合に、接着剤が冷媒又は加圧流体に溶解して永久磁石が脱落することがない。

図 20 に示すように、けい素鋼板 22 を一体に積層するためのカシメ部 23 は、スロット 25 を形成するけい素鋼板 22 の内側周縁部に設けられている。前記カシメ部は金型のプレスによって、けい素鋼板の一部が陥没して形成される。このカシメ部をけい素鋼板の周縁部に設けることにより、けい素鋼板の周縁部が金型の圧力によって変形し、図中に示すようにスロット 25 の内部に突出してエッジ 36 を形成する。このようにしてエッジ 36 を形成することにより、エッジを形成するための工程の一部が省略され、製造がより容易な永久磁石回転子 7 を得ることができる。

図 21 は本実施例の永久磁石回転子のさらに他の例におけるヨークの一部を示している。

この例においては、けい素鋼板 22 のエッジ 36 は、図示しない界磁用永久磁石と係合する三角形の形状の係合部 37 と、係合部 37 の三角形の底辺の両側に設けられた切欠部 38 とから構成されている。係合部 37 の三角形の底辺は、スロット 25 を形成するけい素鋼板 22 の内側周縁部よりヨーク 21 の内側に設けら

れている。この係合部 3 7 は、前記切欠部 3 8 を介してスロット 2 5 を形成するけい素鋼板の内側周縁部に接続されている。

- 5 界磁用永久磁石と係合するためには、エッジの突起は所定角度以内の頂角と所定の高さを有していなければならない。エッジの突起の頂角が大き過ぎる場合には、界磁用永久磁石の圧入に大きな力が必要となる。また、エッジが所定の高さを有していない場合には、界磁用永久磁石の圧入によってエッジが変形し、エッジがその役割を果さなくなる。しかし、スロットを形成するけい素鋼板の周縁に上記条件の頂角と高さとを有するエッジを設けることは、スロットに圧入できる界磁用永久磁石の断面積を小さくし、
10、或いはスロットの開口部を大きくすることとなり、ブラシレスモータの小形化・高効率化の要求に反する。

- エッジ 3 6 は、前記係合部 3 7 と切欠部 3 8 とを有することによって、スロット 2 5 の開口部を大きくすることなく、あるいは
15 界磁用永久磁石の断面積を小さくすることなく永久磁石の圧入を容易にするとともに、圧入後は有効に永久磁石と係合して脱落を防止する。

- なお、上記の界磁用永久磁石と係合する突出部として三角の形状を有するエッジを用いて説明したが、突出部の形状はこれに限
20 られることなく、例えば先端が小径の半円形に形成された突出部であってもよい。

- また、ヨークは、けい素鋼板の積層したものでなく、一体の金属から形成され、内部に界磁用永久磁石を圧入するスロットを有し、さらにスロットの内周面に界磁用永久磁石と係合する突出部
25 を有するようにしてもよい。

次に、第 1 0 の実施例について説明する。

本実施例では、前記スロット 2 5 にヨーク 2 1 の軸方向の長さより短い界磁用永久磁石 3 0, 3 1 を挿入し、界磁用永久磁石挿入後の前記スロットの空洞部に、回転駆動される物の重心の偏位

に応じてパテ材を充填し、固化した前記パテ材によってバランスウェイト 39 を形成するようにしたものである。

すなわち、図 22 はバランスウェイトを設けられた永久磁石回転子 7 を示すものであって、該永久磁石回転子 7 は、界磁用永久磁石 30, 31 の長さがヨーク 21 の軸方向の長さより短く形成されており、従って、ヨーク 21 のスロット 25 には空洞部が存在する。この空洞部に、図中に示すように、金属の微小な粒と樹脂とを混合したパテ材を充填し、このパテ材を固化させてバランスウェイト 39 を形成する。

10 このように、永久磁石回転子 7 のヨーク 21 の内部にはバランスウェイト 39, 39 が界磁用永久磁石 30, 31 のそれぞれ異なる側に設けられているので、ヨーク 21 の重心位置はヨーク 21 の両端部においてそれぞれ偏位し、回転軸と前記偏心ロータとからなる系全体の振動モードの同調を防止し、回転による偏心ロータの振動を吸収することができる。

図 22 において、バランスウェイト 39, 39 は上記目的を達成するように、その重さが調節される。すなわちバランスウェイト 39, 39 は、回転軸と前記偏心ロータとからなる系全体の振動モードの同調を打消すように、パテ材の樹脂に対する金属粒子の割合を調節して、スロット 25 の空洞部に充填される。あるいはパテ材の量を調節して、異なる大きさのバランスウェイト 39 を形成してもよい。また、上記パテ材は金属粒子と樹脂とからなるパテ材の他、アルミダイカストを用いてもよい。

25 上述したように、本実施例の永久磁石回転子のバランスウェイトはヨーク内部に形成されているので、ヨークの外表面にバランスウェイトの突出部がなく、回転中にバランスウェイトの突出部が流体抵抗を受けることがない。さらに、バランスウェイトがヨークの内部に設けられているので、永久磁石の回転による遠心力によってバランスウェイトが飛散することがない。このことによ

り、回転駆動の効率がよく、バランスウェイトが飛散する事故を完全に防止する永久磁石回転子を得ることができるものである。

次に、第11の実施例について説明する。

本実施例は、回転子に冷却構造を付加したものである。

- 5 すなわち、図23において、前記永久磁石30, 31に接するように、ヒートパイプ19, 19をヨーク21に埋め込んだものである。ヒートパイプ19内には、作動液が満たされていて、この作動液で熱交換を行う。これを詳細に説明すると、ヨーク21の内部に挿入されている受熱部からヨーク内部熱を受熱したヒートパイプ19はヨークより突出している放熱部で外気と熱交換し、ヒートパイプ19の作動液が再び受熱部へ戻る。このようにしてヒートパイプ19はたえず永久磁石やヨークの内部熱を外部へ放出して、永久磁石回転子を冷却する。

- 15 図24及び図25は、回転軸8をヒートパイプ軸としたものである。このように構成した場合は、全閉型で且つ外部に熱を放出可能な永久磁石回転子を得ることができる。尚、この例の場合は、ヨークに、焼結合金、塊状鉄、冷間圧延鋼材（SPCC材）を用いることができる。

- 20 次に、本発明に係る回転子の製造方法について詳細に説明する。

- 既に説明したことから明らかなように、本発明の永久磁石回転子は、界磁用永久磁石を挿入するスロットを有するヨークを形成する一方、ヨークのスロットと整合する形状の界磁用永久磁石を形成し、ヨークのスロットに前記界磁用永久磁石を圧入して製造される。

25 すなわち、永久磁石回転子7においては、ヨーク21と界磁用永久磁石30, 31とを別々に製造し、製造された界磁用永久磁石をヨークの内部に挿入して永久磁石回転子7を形成する。ヨーク21は多数のけい素鋼板22を積層することによって形成され

る。各けい素鋼板 22 は、外周に磁極 24 (24a, 24b, 24c) を有し、磁極の内側に界磁用永久磁石を貫通させる開口を有する形状に型抜きされている。さらに各けい素鋼板 22 は、型押しされて長方形に陥没させられたカシメ部 23 を設けている。

- 5 上記各けい素鋼板 22 のカシメ部 23 を互いに圧入することにより、けい素鋼板 22 は一体に接合され、ヨーク 21 を形成する。けい素鋼板 22 の開口は重ね合わされ、界磁用永久磁石 30, 31 を挿入するためのスロット 25 を形成する。

- 一方、界磁用永久磁石は、最初に磁性体の粉末とエポキシバイ
10 ンダーを混練して型に入れ、磁場中で所定の形状に成形される。成形された界磁用永久磁石は熱処理によって硬化され、さらに前記ヨーク 21 のスロット 25 と整合するように表面を切削加工され、組立て用の界磁用永久磁石 30, 31 となる。

- 上記の界磁用永久磁石は、ヨーク 21 のスロット 25 に圧入さ
15 れ、永久磁石回転子 7 が完成する。

次に、複雑な形状の界磁用永久磁石を有する永久磁石回転子を製造することができ、永久磁石回転子の組立時に界磁用永久磁石が破損することがなく、製造が容易なブラシレスモータの永久磁石回転子の他の製造方法を説明する。

- 20 すなわち、その製造方法は、ブラシレスモータの永久磁石回転子のヨークの内部に界磁用永久磁石を配置するスロットを設け、このスロットの内部に、粉碎された磁性体の粉末とエポキシバイ
ンダーとを混練して装填し、永久磁石回転子の回転軸に関して放
射方向に印加された磁場中で前記磁性体の粉末とエポキシバイ
25 ンダーとを圧縮し、圧縮成形後に熱硬化処理してヨークのスロット内部に直接界磁用永久磁石を形成するようにしたものである。

図 26 は、スロット 25 中で界磁用永久磁石を形成する工程を示している。ヨーク 21 は図中に示すように、コイル 41 を有する台座 42 の上面に配置される。ヨーク 21 の頂面には、スロッ

ト 2 5 と同一の形状の圧縮用開口 4 3 と圧縮用ピストン 4 4 とを有する治具 4 0 を配置する。この治具 4 0 にはコイル 4 5 が備えられている。ヨーク 2 1 のスロット 2 5 の内部に磁性体の粉末とエポキシバインダーとを混練した永久磁石の原料 4 6 を装填する
5 。永久磁石の原料 4 6 は圧縮によって体積が縮小するので、予めスロット 2 5 の容積より多く装填し、一部は前記治具 4 0 の圧縮用開口 4 3 の内部に膨出させる。

コイル 4 1 とコイル 4 5 とに電流を流して、図中に示すように、磁束がヨーク 2 1 の中心を通り、スロット 2 5 の内側から外側
10 に向って装填された永久磁石の原料 4 6 と交叉する磁場を形成する。次に油圧等の手段によって圧縮用ピストン 4 4 を強制的に図中に示すような方向 P に移動させ、永久磁石の原料 4 6 を圧縮して、界磁用永久磁石を形成する。

上記の圧縮成形の後に、ヨーク 2 1 を治具 4 0 および台座 4 2
15 から取除き、 100°C 乃至 150°C の温度で熱硬化処理を施し、ヨーク 2 1 内の界磁用永久磁石を硬化させる。

このようにして図 4 等 to 示すように、永久磁石回転子 7 のスロット 2 5 内部には、界磁用永久磁石が形成されている。界磁用永久磁石は、圧縮成形時の磁場の影響で内側が S 極、外側が N 極に着磁されている。界磁用永久磁石 3 0, 3 1 は互いに同一の磁性を有する磁極面を対向させているので、互いに反発して図中に示すように、磁束がヨーク 2 1 の磁極 2 4 a から出て磁極 2 4 b に到達する。この磁束が図示しないヨークの外周面の近傍に配設されたモータの固定子と交叉し、固定子との相互作用によって永久
20 磁石回転子 7 を回転駆動する。

上記のように本実施例の永久磁石回転子の製造方法によれば、ヨークの内部で直接界磁用永久磁石を形成することができるので、製造が容易であり、界磁用永久磁石をヨークに圧入する過程で破損することがない。また、ヨークの内部に複雑な形状の界磁用

永久磁石を形成することができ、特にヨークの磁極が永久磁石回転子の軸方向に沿って少しずつ位置が回転しているスキュー (skew) を施した永久磁石回転子において、この効果は顕著である。

- 5 図27に示すように、スキューを施した永久磁石回転子7では、多数のけい素鋼板22が回転軸8に関して微小の角度ずつ回転して積層されている。この永久磁石回転子7のスロット25は永久磁石回転子7の内部で螺旋状に湾曲している。この様な複雑な形状のスロット25に対しても、図26において説明した方法と
10 同一の方法により、スロット25の内部に直接界磁用永久磁石30, 31を形成することができる。

- なお上記実施例ではヨークの内部に一对の界磁用永久磁石を有し、この界磁用永久磁石同士の反発によって外周面に交互にNとSの磁性を帯びる4つの磁極を有する永久磁石回転子を用いて説明したが、本発明のブラシレスモータの永久磁石回転子の製造方法
15 法は上記構造の永久磁石回転子に限られることがない。すなわち、外周面に任意の数の磁極を有する永久磁石回転子や、各磁極に界磁用永久磁石を有する永久磁石回転子においても同様にヨークの内部に界磁用永久磁石を直接形成することができる。

- 20 また、実施例では断面矩形の界磁用永久磁石を用いて説明したが、界磁用永久磁石の断面形状は任意のものでもよい。

- 上述した製造方法によれば、容易かつ効率的な永久磁石回転子を得ることができる。また、この製造方法によれば、製造過程で永久磁石を切削する必要がない。さらに製造過程で永久磁石が破
25 損することがないので、永久磁石を有効に使用することができる。

また、ヨークのスロットの内部に直接界磁用永久磁石を形成するので、複雑な形状のスロットにも対応できる。断面形状が複雑な界磁用永久磁石を容易に形成できる他、ヨークの内部でスロッ

トが湾曲するような永久磁石回転子に対しても容易な製造方法を得ることができる。

産業上の利用可能性

- 5 以上のように、本発明にかかる永久磁石回転子を用いると、簡易な構造でありながら効率の高い、しかも高速回転に好適なブラシレスモータが実施可能となる。

請求の範囲

1. 永久磁石を有するブラシレスモータの回転子において、積層された複数のけい素鋼板によってヨークが形成され、このヨークは外周上に少なくとも4つの偶数の磁極を有し、これらの磁極には、界磁用永久磁石を配置するためのスロットが一磁極おきに中心からほぼ等距離に設けられ、このスロットには、回転軸に面する側の面が同一の磁性を有するようにした界磁用永久磁石が配置されていることを特徴とするブラシレスモータの回転子。
2. 永久磁石に、鋳造型アルニコ磁石、鋳造型プラセオジウム磁石、焼結型フェライト磁石、焼結型希土類磁石、樹脂結合型フェライト磁石、樹脂結合型希土類磁石のいずれか一つを用いたことを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
3. 永久磁石が挿入されている磁極の磁極面の幅が、永久磁石が挿入されていない磁極の磁極面の幅よりも小さく設定されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
4. 磁石面上の磁束の分布が均一となるようにそれぞれの磁極にスリットが設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
5. 前記スロットの両端に存在して、磁極の先端部と磁極の基部とを連結するブリッジが、該ブリッジを通る磁束の密度が飽和するように十分小さい幅を有していることを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
6. 前記スロットの両端に存在して、磁極の先端部と磁極の基部とを連結するブリッジに、磁束の通過を制限する溝を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。

7. 磁極の先端部と磁極の基部とを連結するブリッジが、前記スロットの片側だけに設けられていると共に、該ブリッジが回転方向側に存在することを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
- 5 8. 前記ブリッジの幅は、漏れ磁束が流れる広さに設けられ、且つ、前記永久磁石は、両端で漏れ磁束が生ずる厚さであることを特徴とする請求の範囲第7項記載のブラシレスモータの回転子。
9. 前記ブリッジに面する側の永久磁石の端部と、該永久磁石の軸方向の両端部とを、非磁性体で覆ったことを特徴とする請求の
- 10 範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
10. 前記ヨークは、前記回転軸の外径より大径の回転軸用貫通孔を有し、該回転軸用貫通孔の内部には、前記回転軸がほぼ同心的に配設され、前記回転軸の外周面と前記ヨークの回転軸用貫通孔との間には、磁束漏れ防止部材が配置され、該磁束漏れ防止部
- 15 材を介してヨークと回転軸とが一体に固着されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
11. 前記ヨークは、両端面にバランスウエイトを有し、該バランスウエイトと前記磁束漏れ防止部材とがアルミ・ダイカスト材によって一体に形成されていることを特徴とする請求の範囲第1
- 20 0項記載のブラシレスモータの回転子。
12. 前記磁束漏れ防止部材が樹脂からなることを特徴とする請求の範囲第10項記載のブラシレスモータの回転子。
13. 前記スロットを形成するヨークの内周面には、スロット内部に圧入される前記永久磁石と係合する突出部が設けられている
- 25 ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
14. 積層された複数のけい素鋼板は、その一部が陥没させられ、該陥没部が他のけい素鋼板の陥没部に嵌合して、一体に積層される積層用のカシメ部を有し、前記突出部は、スロットに近接し

て設けられたカシメ部により変形したけい素鋼板の周縁部によって形成されていることを特徴とする請求の範囲第13項記載のブラシレスモータの回転子。

- 5 15. 前記突出部は、前記永久磁石と係合する三角形の係合部を有し、該係合部の三角形の底辺は、スロットを形成するヨークの内周面よりもヨークの内部に設けられ、前記係合部の三角形の両側は、係合部の突起の高さを確保する切欠き部を介して、スロットを形成するヨークの内周面に連続していることを特徴とする請求の範囲第13項記載のブラシレスモータの回転子。
- 10 16. 前記スロットにヨークの軸方向の長さより短い永久磁石を挿入し、該永久磁石挿入後の前記スロットの空洞部に、回転駆動される物の重心の変位に応じてパテ材を充填し、固化した前記パテ材によってバランスウェイトを形成するようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
- 15 17. 前記永久磁石に接するようにヒートパイプを前記ヨークに埋め込んだことを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
18. 前記回転軸をヒートパイプ軸としたことを特徴とする請求の範囲第1項記載のブラシレスモータの回転子。
- 20 19. 永久磁石を有するブラシレスモータの回転子のヨークに界磁用永久磁石を配置するスロットを設け、該スロットの内部に、粉碎された磁性体の粉末とエポキシバインダーとを混練したものを装填し、永久磁石の回転軸に関してほぼ放射方向に印加された磁場中で前記磁性体の粉末とエポキシバインダーとを圧縮し、圧縮成形後に熱硬化処理してヨークのスロット内部に直接界磁用永久磁石を形成するようにしたことを特徴とするブラシレスモータの回転子の製造方法。
- 25 20. 外周に磁極部を有し且つ該磁極部の内側に界磁用永久磁石を貫通させる開口を有する形状にけい素鋼板を型抜きし、型抜き

- したけい素鋼板を同一軸上に同一の向きで多数積層して永久磁石のヨークを形成し、けい素鋼板の開口によって形成されたスロット内部に、粉碎された磁性体の粉末とエポキシバインダーとを混練したものを装填し、永久磁石の回転軸に関してほぼ放射方向に
- 5 印加された磁場中で前記磁性体の粉末とエポキシバインダーとを圧縮し、圧縮成形後に熱硬化処理してヨークのスロット内部に直接界磁用永久磁石を形成するようにしたことを特徴とするブラシレスモータの回転子の製造方法。

21. 外周に磁極部を有し且つ該磁極部の内側に界磁用永久磁石
- 10 を貫通させる開口を有する形状にけい素鋼板を型抜きし、各けい素鋼板を回転軸に関して所定の微小角度ずつ回転させつつ積層してヨークを形成し、けい素鋼板の開口によって形成された螺旋状のスロット内部に、粉碎された磁性体の粉末とエポキシバインダーとを混練したものを装填し、永久磁石の回転軸に関してほぼ放
- 15 射方向に印加された磁場中で前記磁性体の粉末とエポキシバインダーとを圧縮し、圧縮成形後に熱硬化処理してヨークのスロット内部に直接界磁用永久磁石を形成するようにしたことを特徴とするブラシレスモータの回転子の製造方法。

FIG.1

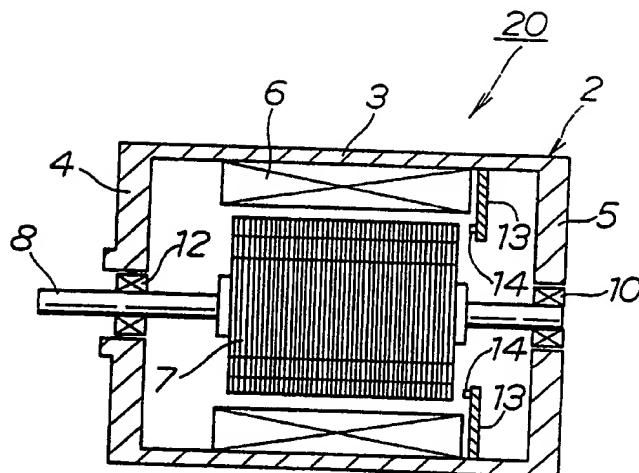


FIG.2 ✓

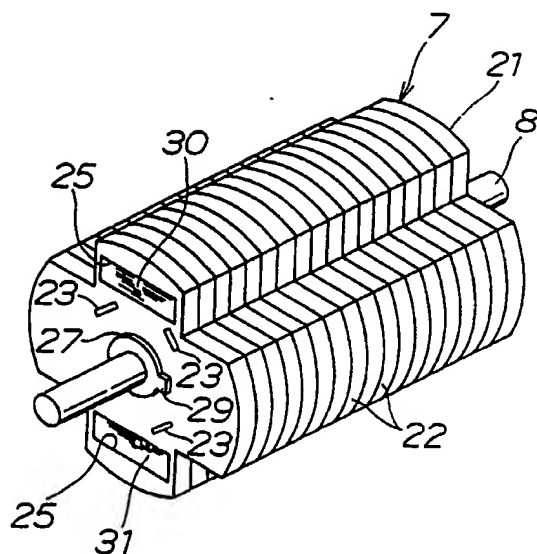


FIG. 4

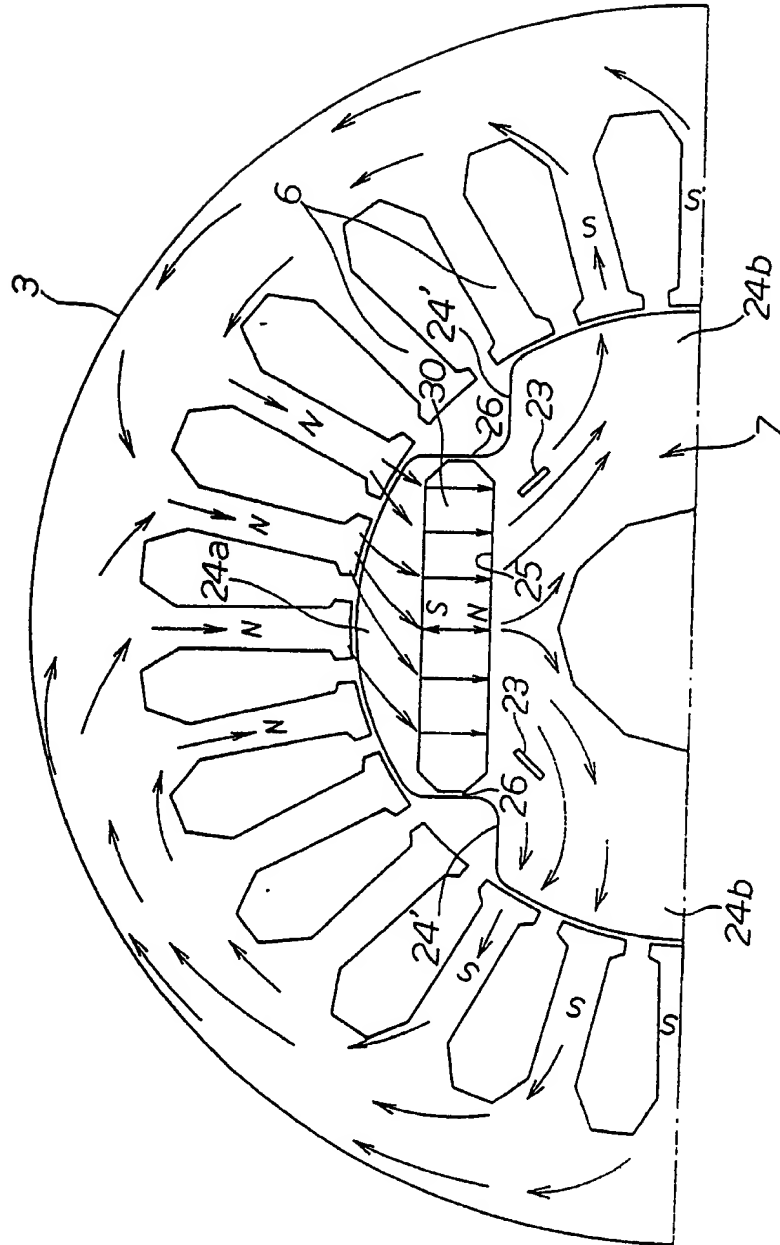


FIG. 6

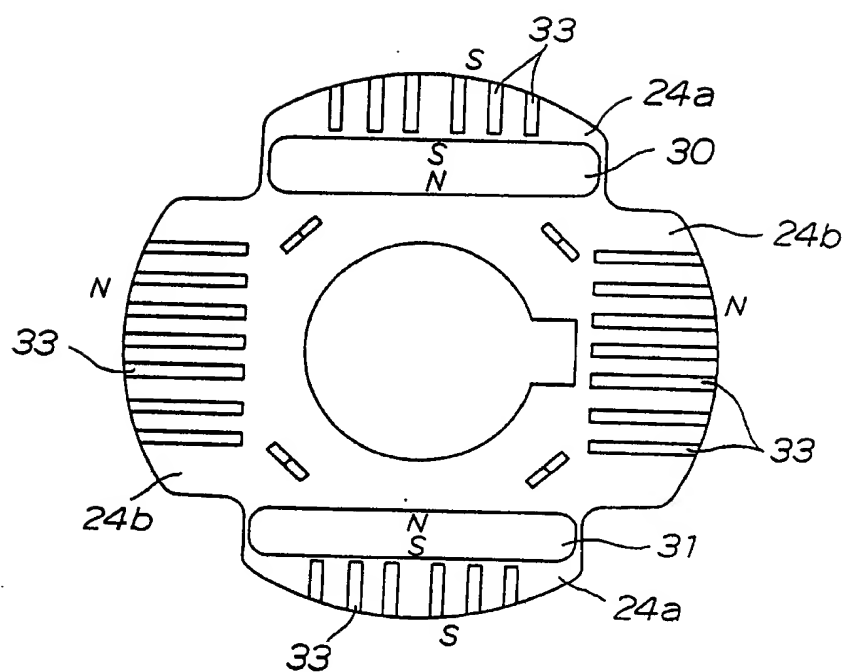


FIG. 7

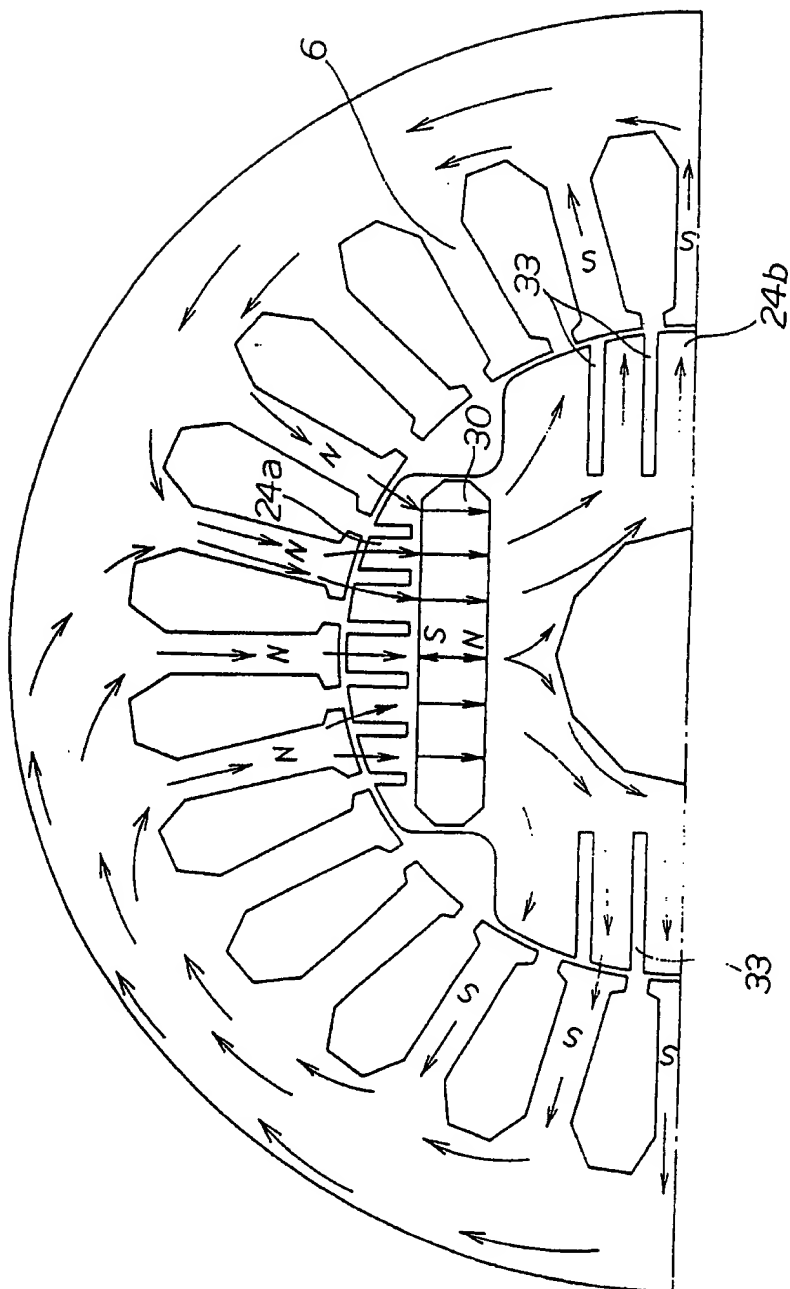


FIG. 9

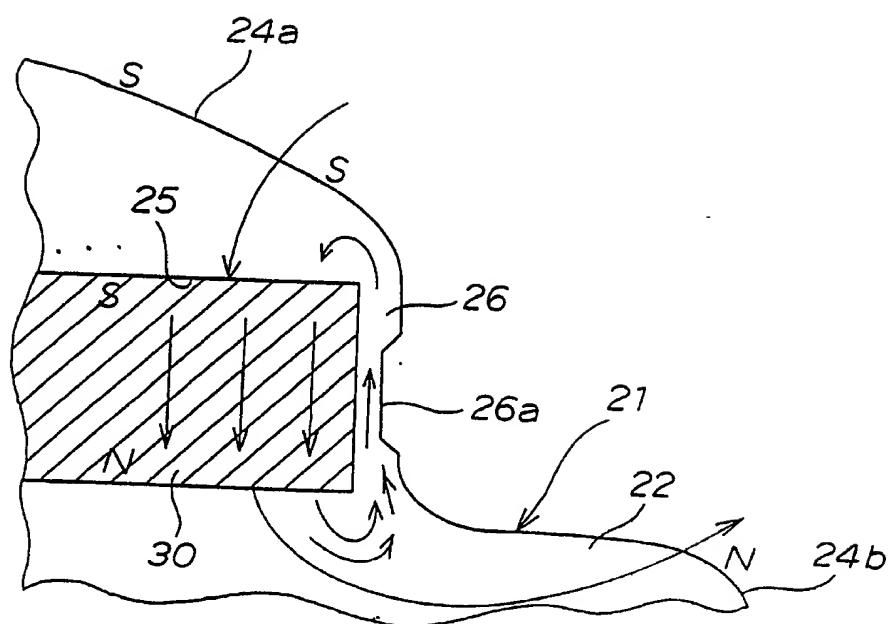


FIG.10

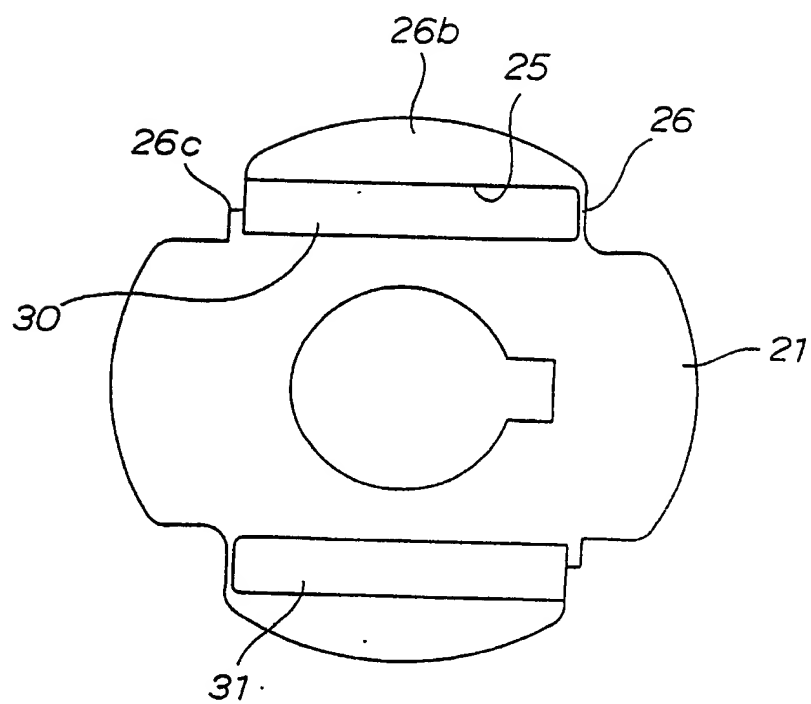


FIG.11

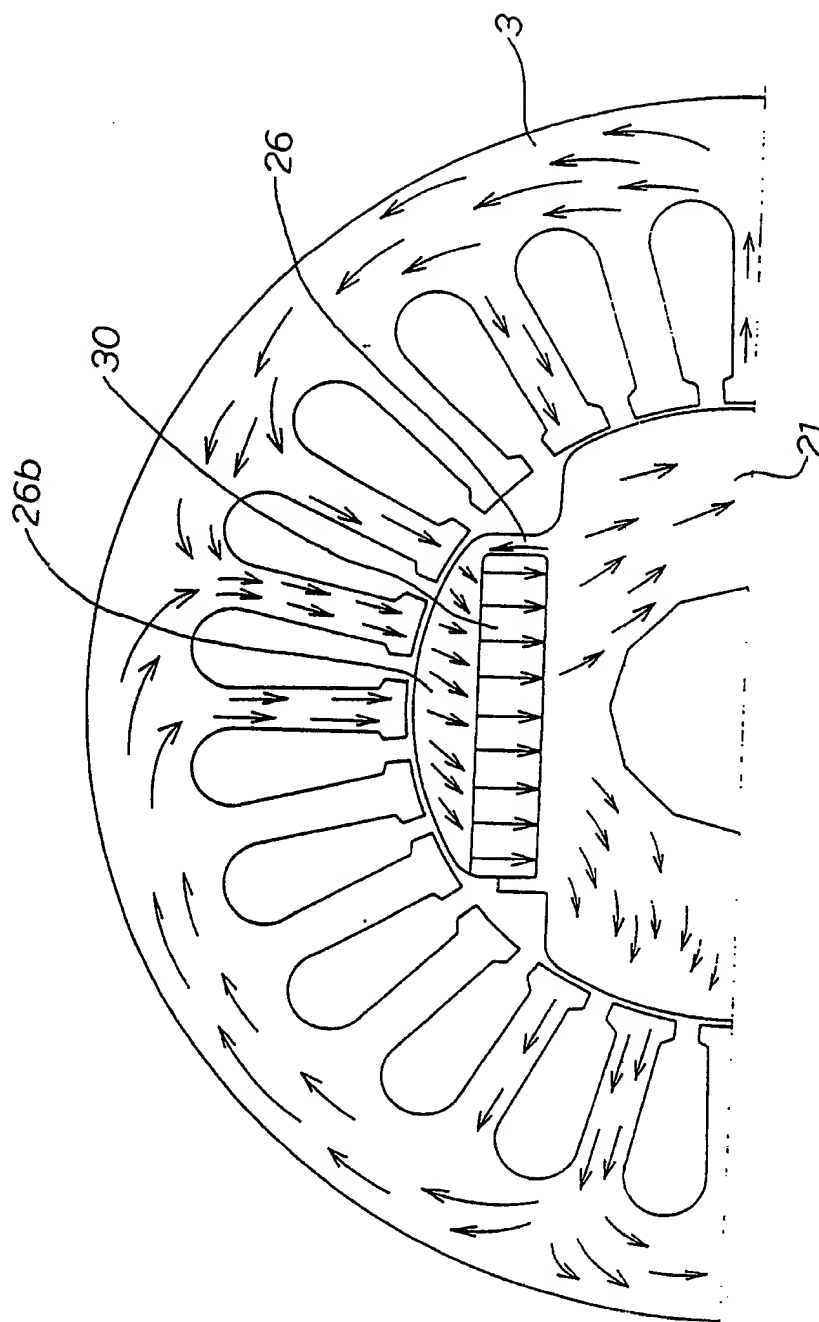


FIG.12

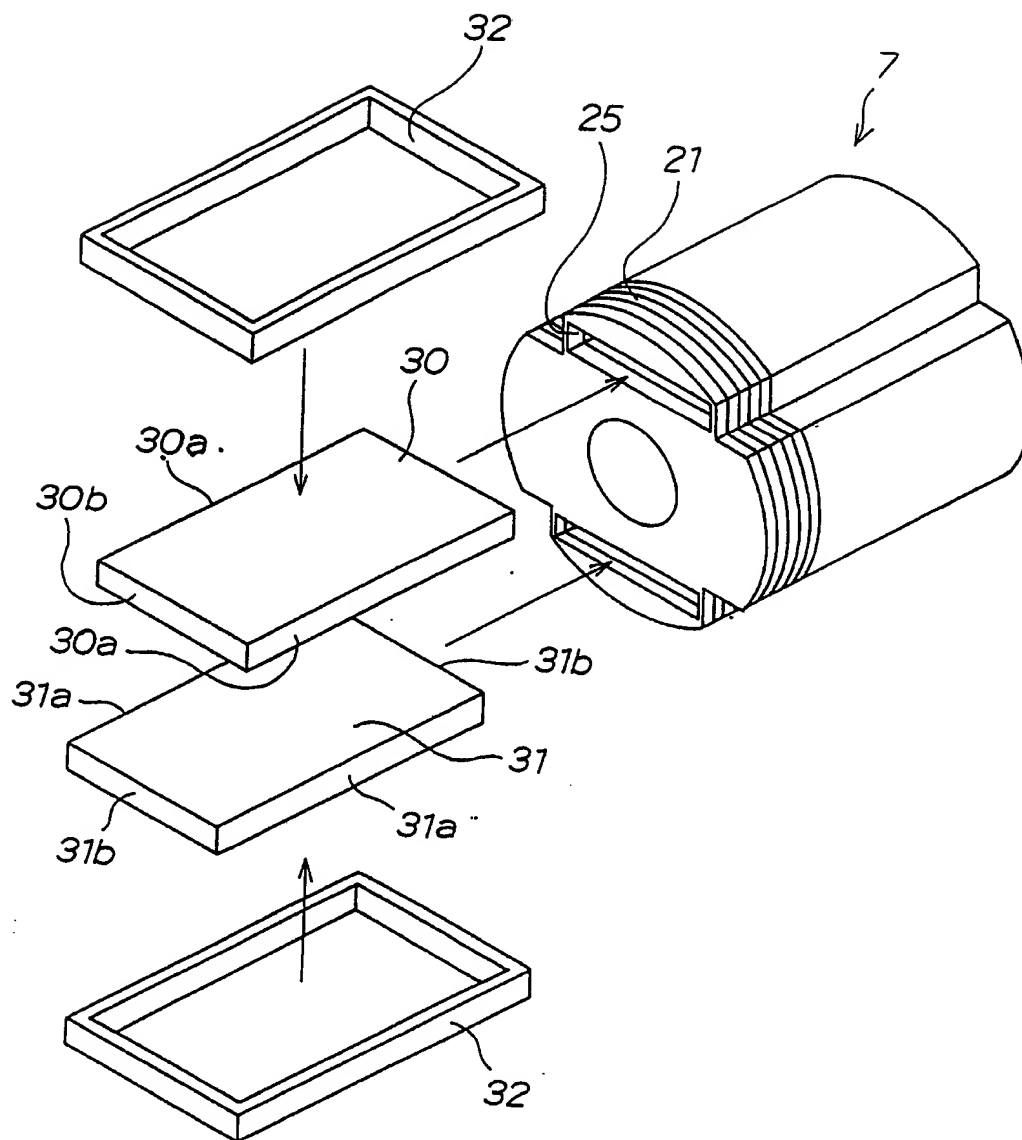


FIG.13

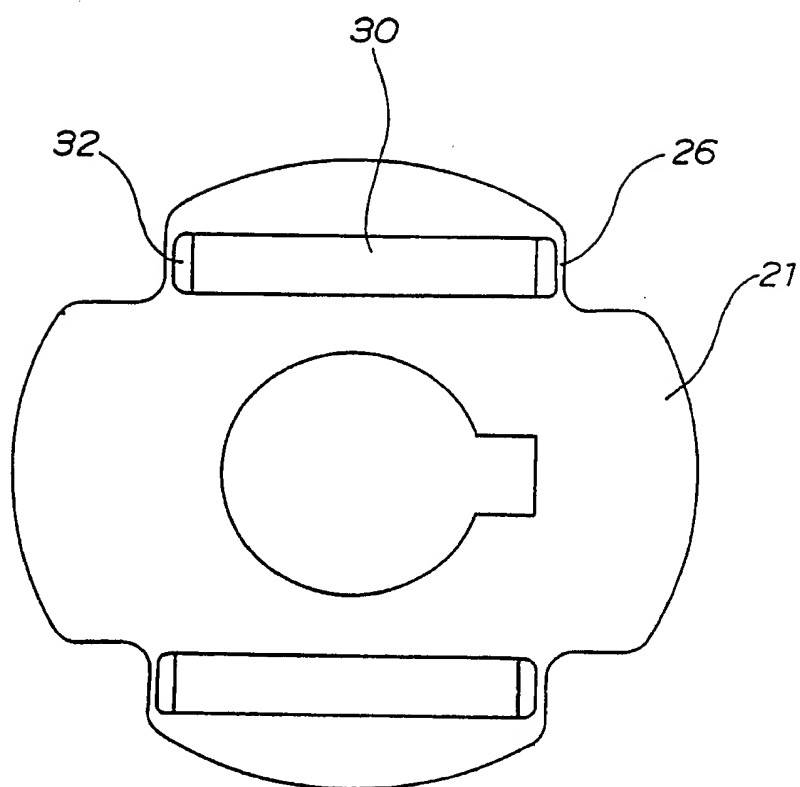


FIG. 14

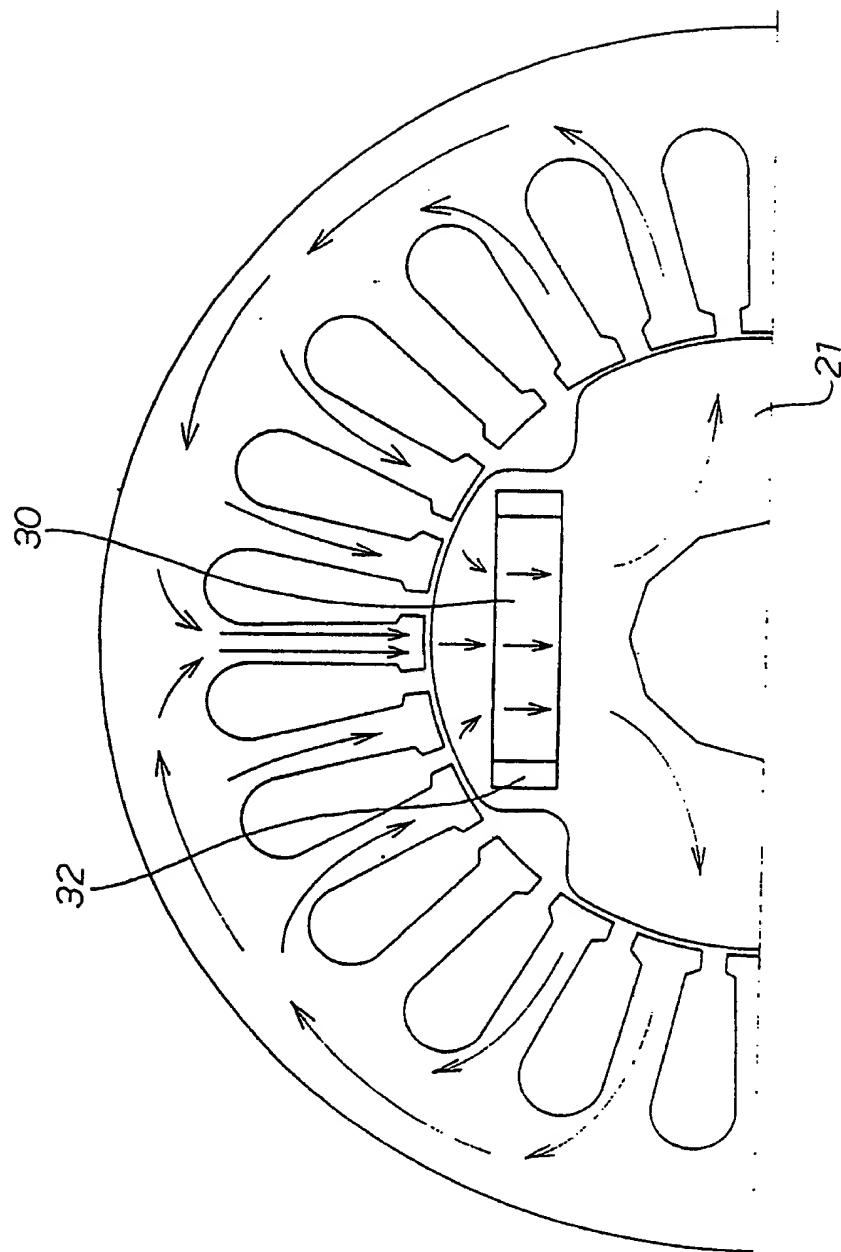


FIG.15

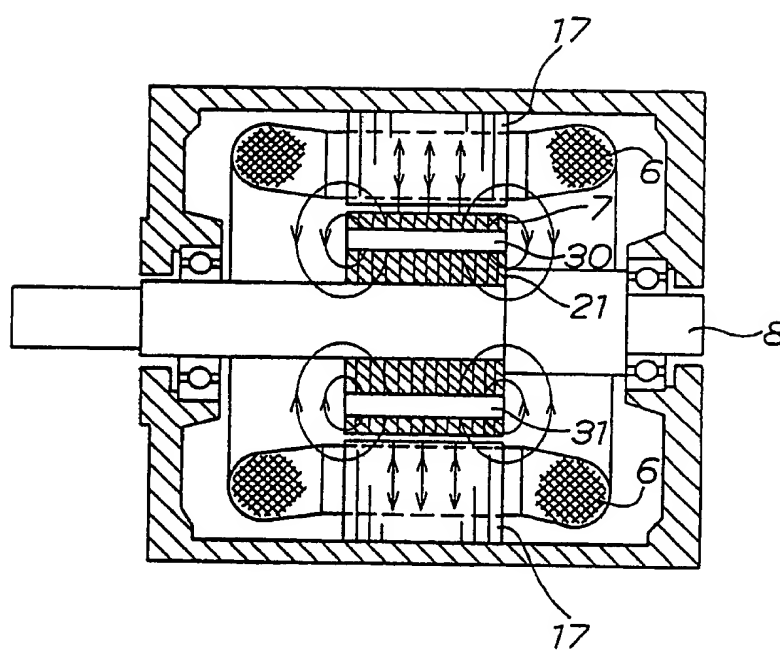


FIG.16

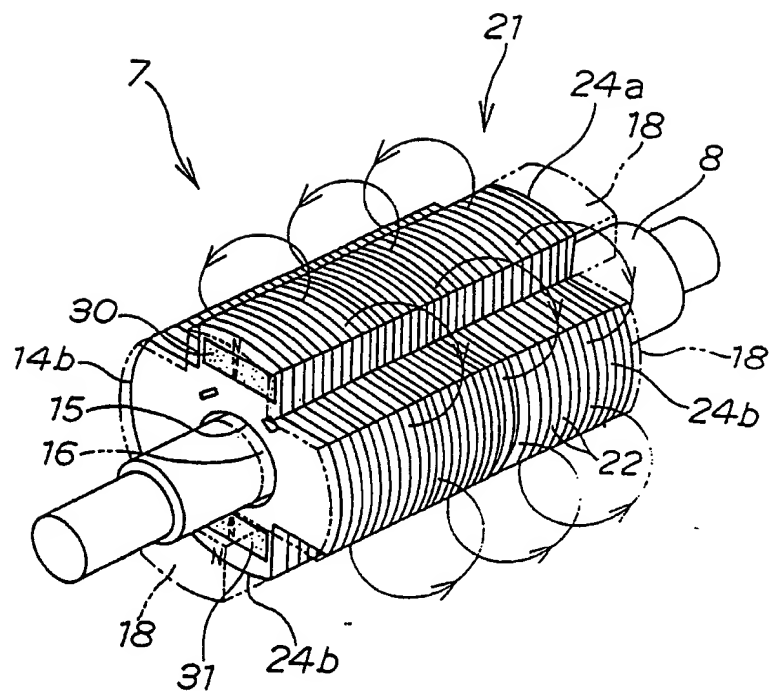


FIG.17

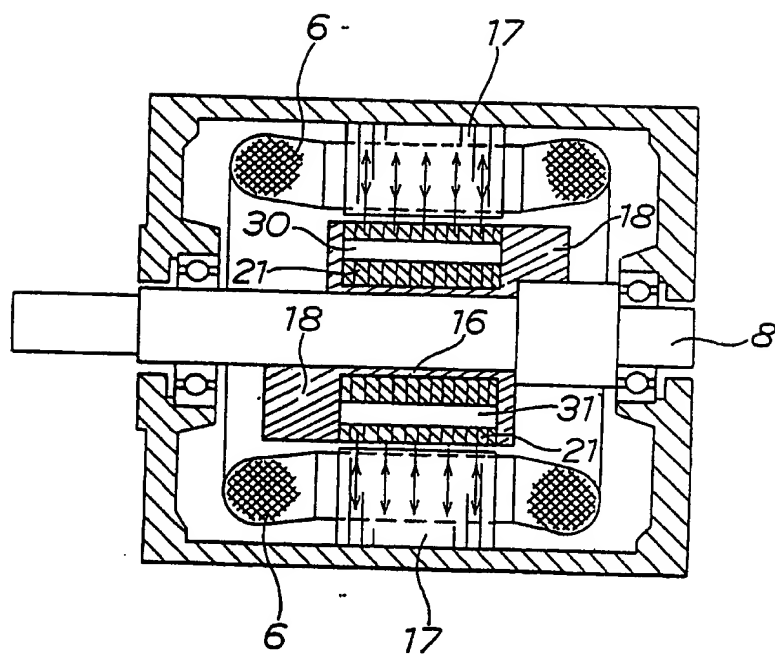


FIG.20

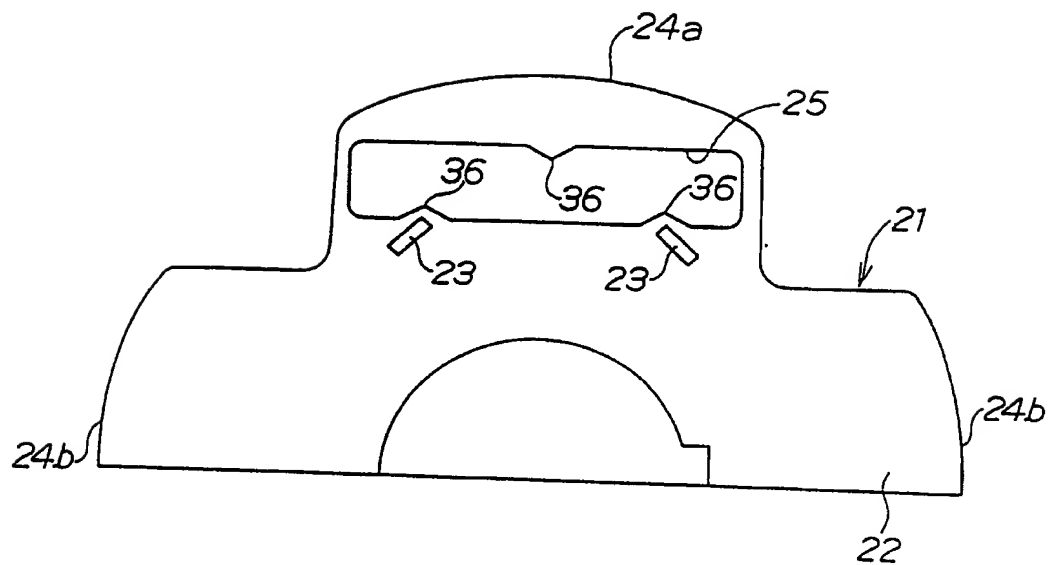


FIG. 21

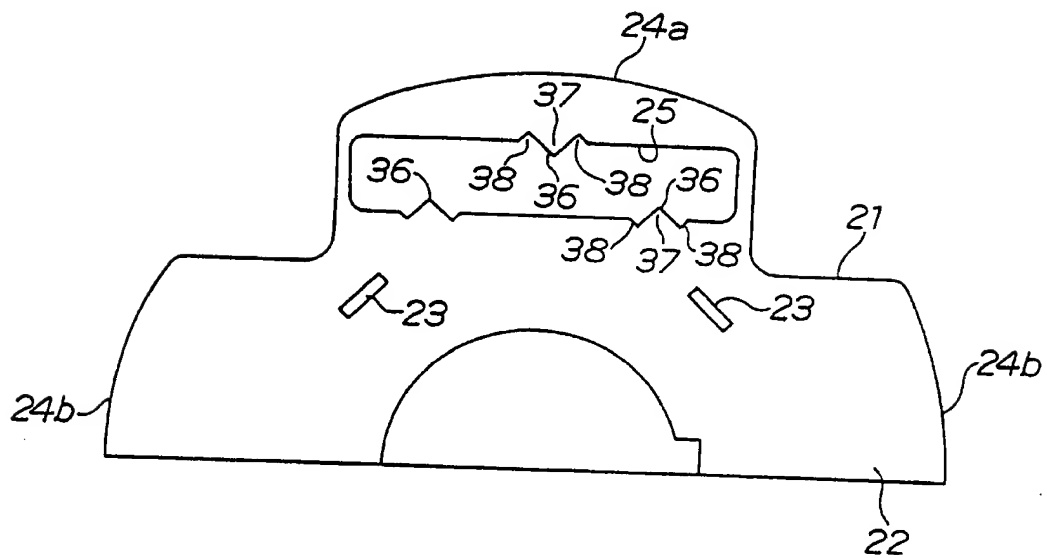


FIG. 23

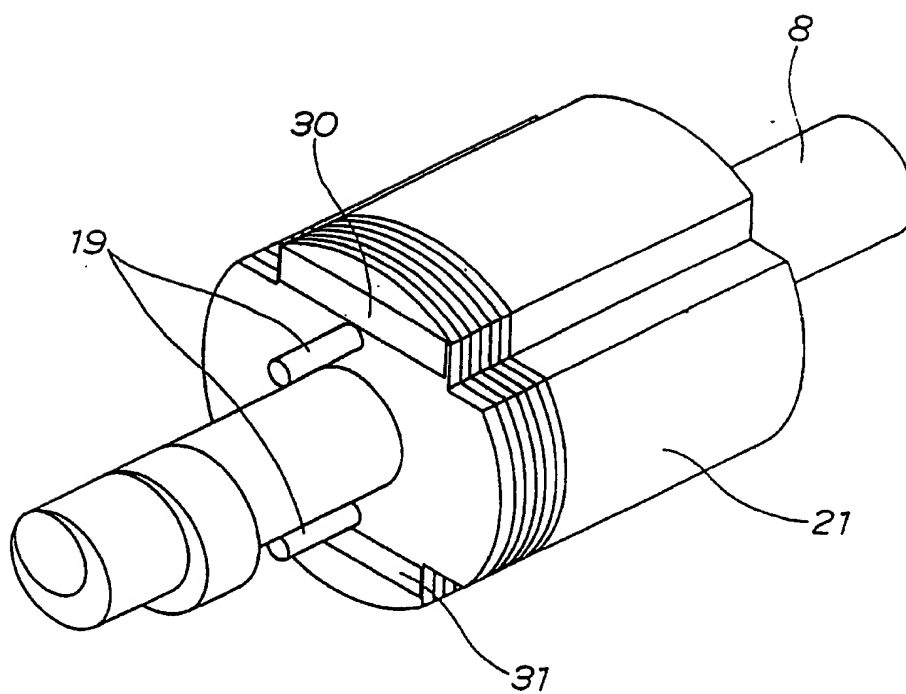


FIG.24

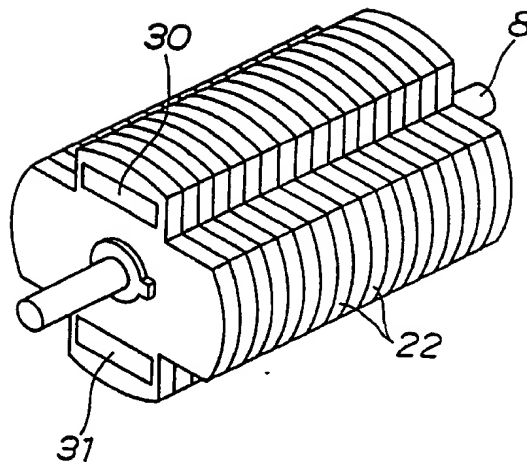


FIG.25

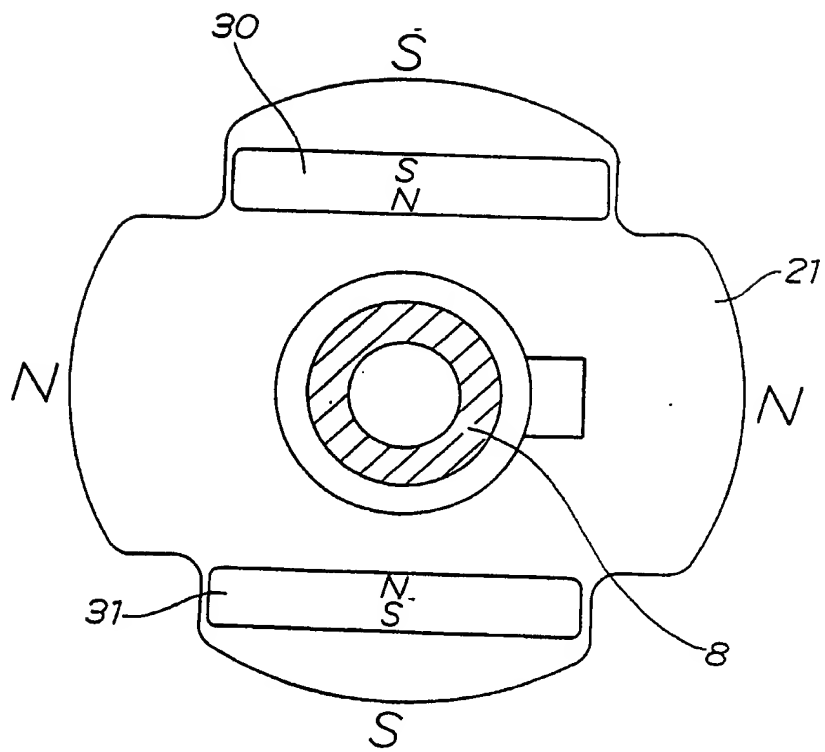


FIG. 26

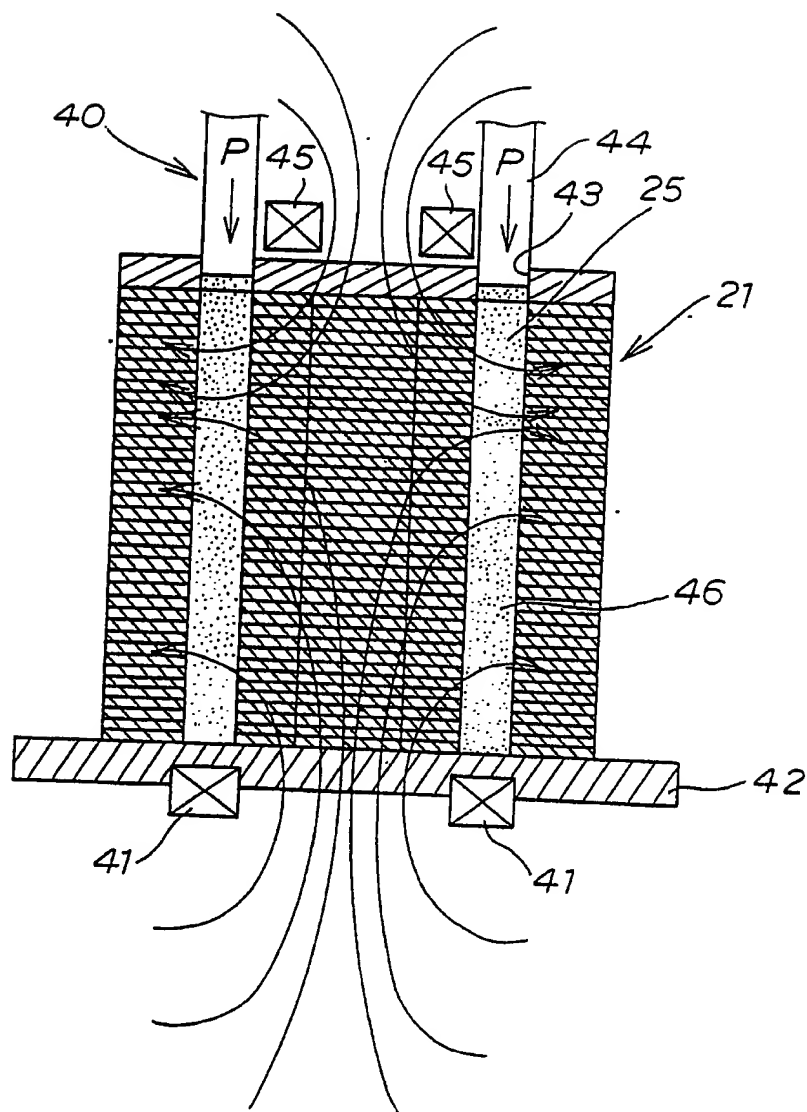


FIG. 27

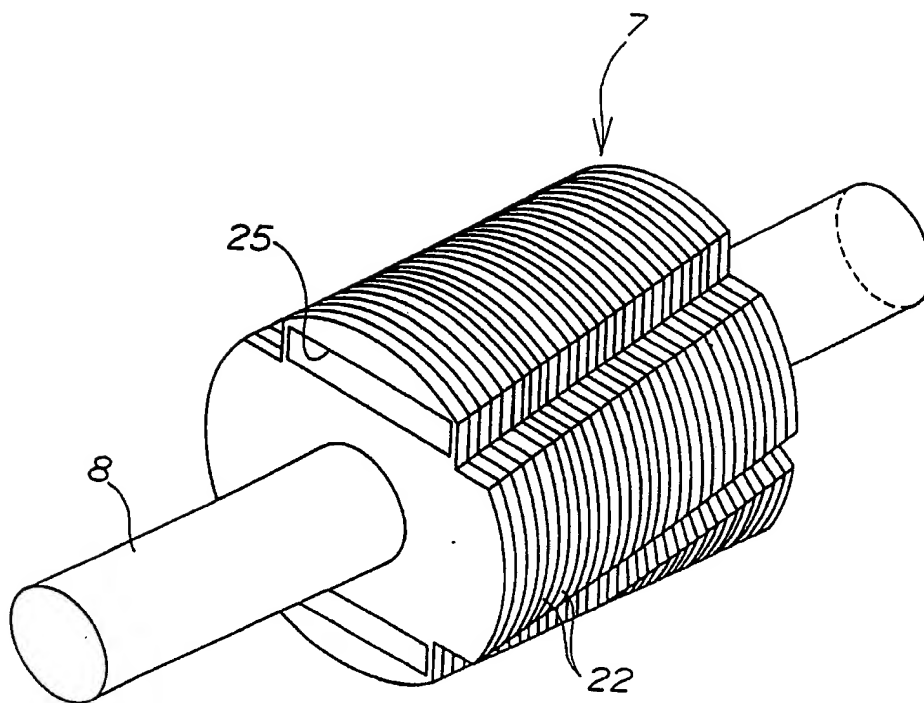


FIG. 28

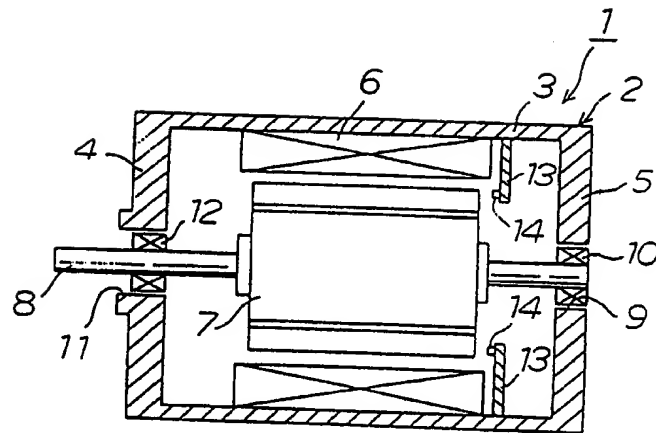


FIG. 29

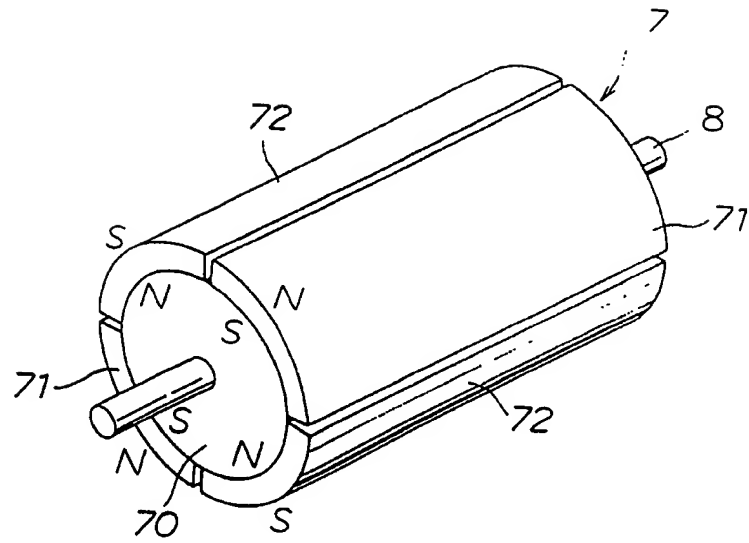
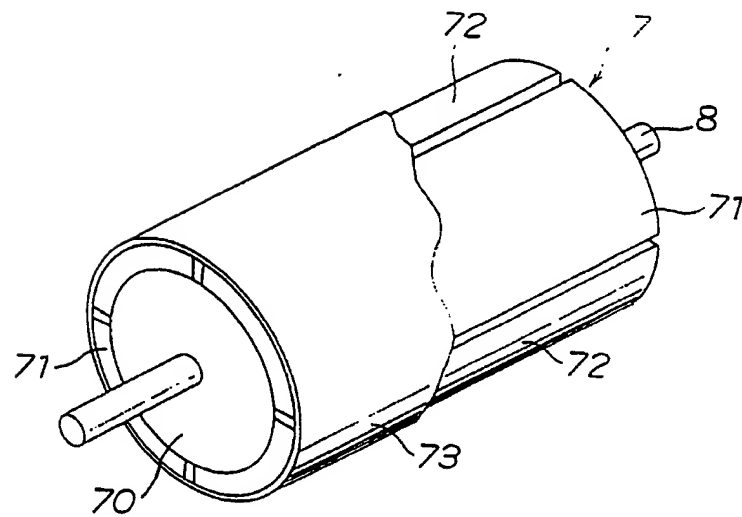


FIG. 30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP91/01055

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) * According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC <div style="text-align: center; font-family: monospace;">Int. Cl⁵ H02K1/27</div>						
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; font-size: small;">Minimum Documentation Searched †</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;">Classification System</td> <td style="padding: 5px;">Classification Symbols</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 10px;">IPC</td> <td style="padding: 10px;">H02K1/00, 9/00</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; font-size: x-small; margin-top: 5px;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are included in the Fields Searched ‡</div>			Classification System	Classification Symbols	IPC	H02K1/00, 9/00
Classification System	Classification Symbols					
IPC	H02K1/00, 9/00					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Jitsuyo Shinan Koho Kokai Jitsuyo Shinan Koho</div> <div>1926 - 1991 1971 - 1991</div> </div>						
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT †						
Category *	Citation of Document, †† with indication, where appropriate, of the relevant passages †‡	Relevant to Claim No. †‡				
Y	JP, B1, 49-33482 (Siemens Schuckertwerke AG), September 7, 1974 (07. 09. 74), & DE, A, 1488733	1-21				
Y	JP, Y1, 49-21525 (Toshiba Corp.), June 10, 1974 (10. 06. 74), (Family: none)	1-21				
Y	JP, Y1, 36-29332 (Mitsubishi Electric Corp.), November 9, 1961 (09. 11. 61), (Family: none)	4				
Y	JP, Y1, 46-18489 (Kokusan Denki K.K.), June 28, 1971 (28. 06. 71), (Family: none)	5-9				
Y	JP, Y1, 30-15907 (Toshiba Corp.), October 31, 1955 (31. 10. 55), (Family: none)	9-12				
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: x-small;"> <div> * Special categories of cited documents: †‡ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </div> <div> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </div> </div>						
IV. CERTIFICATION						
Date of the Actual Completion of the International Search <div style="text-align: center; font-family: monospace;">October 17, 1991 (17. 10. 91)</div>		Date of Mailing of this International Search Report <div style="text-align: center; font-family: monospace;">November 5, 1991 (05. 11. 91)</div>				
International Searching Authority <div style="text-align: center; font-family: monospace;">Japanese Patent Office</div>		Signature of Authorized Officer				

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

Y	JP, A, 48-35302 (Canon Inc.), May 24, 1973 (24. 05. 73), (Family: none)	11, 16
Y	JP, U, 54-65309 (Yasukawa Electric Mfg. Co., Ltd.), May 9, 1979 (09. 05. 79), (Family: none)	13-15
Y	JP, U, 59-97546 (Hitachi, Ltd.), July 2, 1984 (02. 07. 84), (Family: none)	14
Y	JP, A, 57-16548 (Brother Industries, Ltd.),	17-18

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claim numbers because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ²

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:
4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

	January 28, 1982 (28. 01. 82), (Family: none)	
Y	JP, A, 2-22804 (Seiko Epson Corp.), January 25, 1990 (25. 01. 90), (Family: none)	2, 19-21
Y	JP, A, 1-252146 (Toshiba Corp.), October 6, 1989 (06. 10. 89), (Family: none)	19-21

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers , because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers , because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claim numbers , because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ²

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:
4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC)		
Int. Cl. ⁸ H02K1/27		
II. 国際調査を行った分野		
調査を行った最小限資料		
分類体系	分類記号	
IPO	H02K1/00, 9/00	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1926-1991年		
日本国公開実用新案公報 1971-1991年		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の※ カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
Y	JP, B1, 49-33482 (シーメンス・シュッケルトウエルケ・アクチエンゲゼルシャフト), 7. 9月. 1974 (07. 09. 74), &DE, A, 1488733	1-21
Y	JP, Y1, 49-21525 (東京芝浦電気株式会社), 10. 6月. 1974 (10. 06. 74), (ファミリーなし)	1-21
Y	JP, Y1, 36-29332 (三菱電機株式会社), 9. 11月. 1961 (09. 11. 61), (ファミリーなし)	4
Y	JP, Y1, 46-18489 (国産電機株式会社), 28. 6月. 1971 (28. 06. 71), (ファミリーなし)	5-9
Y	JP, Y1, 30-15907 (東京芝浦電気株式会社), 31. 10月. 1955 (31. 10. 55), (ファミリーなし)	9-12
※引用文献のカテゴリー		
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの		
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献		
「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの		
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの		
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの		
「&」 同一パテントファミリーの文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
17. 10. 91	05. 11. 91	
国際調査機関	権限のある職員	5 H 6 4 3 5
日本国特許庁 (ISA/JP)	特許庁審査官	高 慶 勝 康

第2ページから続く情報

(頁欄の続き)		
Y	JP, A, 48-35302 (キヤノン株式会社), 24. 5月. 1973 (24. 05. 73), (ファミリーなし)	11, 16
Y	JP, U, 54-65309 (株式会社 安川電機製作所), 9. 5月. 1979 (09. 05. 79), (ファミリーなし)	13-15
Y	JP, U, 59-97546 (株式会社 日立製作所), 2. 7月. 1984 (02. 07. 84), (ファミリーなし)	14
Y	JP, A, 57-16548 (ブラザー工業株式会社),	17-18

V. ☐ 一部の請求の範囲について国際調査を行わないときの意見

次の請求の範囲については特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律第8条第3項の規定によりこの国際調査報告を作成しない。その理由は、次のとおりである。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、国際調査をすることを要しない事項を内容とするものである。
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有効な国際調査をすることができる程度にまで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲でありかつ PCT 規則 6.4(a)第2文の規定に従って起草されていない。

VI. ☐ 発明の単一性の要件を満たしていないときの意見

次に述べるようにこの国際出願には二以上の発明が含まれている。

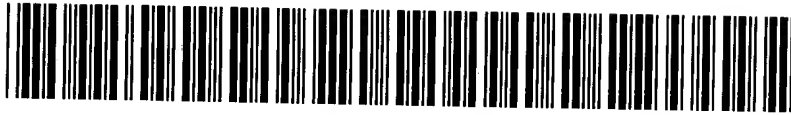
1. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されたので、この国際調査報告は、国際出願のすべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に一部分しか納付されなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付があった発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 _____
3. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲に最初に記載された発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 _____
4. ☐ 追加して納付すべき手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加して納付すべき手数料の納付を命じなかった。

追加手数料異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加して納付すべき手数料の納付と同時に、追加手数料異議の申立てがされた。
- ☐ 追加して納付すべき手数料の納付に際し、追加手数料異議の申立てがされなかった。

Ⅲ. 関連する技術に関する文献 (第2ページからの続き)		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
Y	28. 1月. 1982 (28. 01. 82), (ファミリーなし) JP, A, 2-22804 (セイコーエプソン株式会社), 25. 1月. 1990 (25. 01. 90), (ファミリーなし)	2, 19-21
Y	JP, A, 1-252146 (株式会社 東 芝) 6. 10月. 1989 (06. 10. 89), (ファミリーなし)	19-21

US 097542960GP1



Creation date: 07-02-2003
Indexing Officer: TGEDAMU - Tariqua Gedamu
Team: CENTRALSCANPRINT
Dossier: 09754296

Legal Date: 08-02-2002

No.	Doccode	Number of pages
1	WFEE	1

Total number of pages: 1

Remarks:

Order of re-scan issued on